Über die Axinitvorkommnisse von Thum in Sachsen und die Bedingungen der Axinitbildung überhaupt.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

VORGELEGT

VON

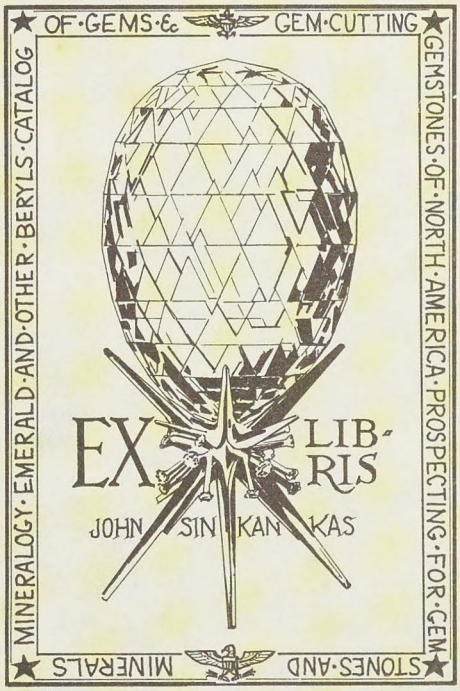
Thomas von Hoerner

aus Mitau (Rußland).

Berlin 1910.

Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)

Linienstraße 158.


OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX
LIB-
RIS
JOHN
SIN
KAN
KAS

JSL
RTL012079

Über die Axinitvorkommnisse von Thum in Sachsen und die Bedingungen der Axinitbildung überhaupt.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

VORGELEGT

VON

Thomas von Hoerner
aus Mitau (Rußland).

Berlin 1910.
Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)
Linienstraße 158.

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Zirkel und Credner.

Leipzig, den 30. Januar 1909.

Der Procancellar:

Köster.

Separat-Abdruck
aus der
Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Jahrgang 1910.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Einleitung 1

Der Axinit von Thum 7

Das Muttergestein des Axinits von Thum 11

Über die geologischen Beziehungen der Axinitbildung überhaupt und speziell derjenigen im Erzgebirge: 21

Die Axinitvorkommen im Erzgebirge 24

Außererzgebirgische Axinitvorkommen 34

Einleitung.

Bevor wir uns einer spezielleren Beschreibung der Thumer Axinitvorkommen zuwenden, sei hervorgehoben, daß alle folgenden Ausführungen einem Versuche dienen sollen nachzuweisen, wie weit die in recht zahlreichen Einzelfällen festgestellte Entstehungsweise dieses Minerals — nämlich auf dem Wege der Pneumatolyse — als allgemeingültig angesehen werden darf; ferner auch an der Hand von Beispielen, namentlich solcher aus dem Erzgebirge, darzutun, inwiefern eine gewisse Gesetzmäßigkeit sich in der Art des Auftretens von Axinit überhaupt zu offenbaren scheint.

Nach der Theorie, welche die Entstehung unseres Minerals pneumatolytischen Prozessen zuschreibt, sind es dampfförmige borsäurehaltige Verbindungen, die, unten näher erörterten Quellen entstammend, Gelegenheit fanden, auf gewisse vorwiegend kalkreiche Gesteine einzuwirken und so zu dieser sekundären Mineralneubildung an geeigneten Orten Veranlassung gaben.

Die chemische Formel[1]) lautet $R_7 Al_4 B_2 (Si O_4)_8$, worin das zweiwertige R vorwiegend Ca, auch Fe mit etwas Mn, Mg, H_2 sein kann; äußerst geringe Mengen von Alkalien werden auch angegeben. Diese Formel ist nach Analysen des Axinits von Bourg d'Oisans durch W. E. Ford berechnet[2]), wonach im Mittel in % gefunden wurden:

$Si O_2$	42,78
$Al_2 O_3$	17,67
$B_2 O_3$	6,12
$Fe_2 O_3$	0,99
$Fe O$	6,02
$Mn O$	2,99
$Ca O$	20,16
$Mg O$	2,41
$H_2 O$	1,40 (chemisch gebunden).

[1]) Naumann-Zirkel: Elemente d. Mineralogie, 15. Aufl., Leipzig 1907, S. 663.

[2]) Zeitschr. f. Kryst. 38, 1904, 82.

Die Pneumatolyse wird von BRAUNS[1]) unter der Überschrift: „Plutonische Exhalationen und die daraus gebildeten Mineralien“ behandelt. Wenn hier als ein an saure Eruptivgesteine, hauptsächlich Granit, geknüpftes Exhalationsprodukt in erster Linie der Zinnstein mit seinen bekannten Begleitern genannt wird, so mag dessen Bildung als allgemeines Schema für die hier vorausgesetzten Vorgänge dienen. „Die Entstehung dieser Mineralien haben schon ELIE DE BEAUMONT und DAUBRÉE in befriedigender Weise durch die Annahme erklärt, daß flüchtige Fluor- und Borverbindungen nach dem Emporsteigen des Eruptivgesteins in das Nebengestein eingedrungen seien und durch pneumatolytische Prozesse zur Bildung jener Mineralien geführt haben. Diese Annahme gründet sich hauptsächlich auf die stete Verbindung der Zinnsteingänge mit Granit, auf die Gegenwart von fluor- und borhaltigen Mineralien in Granit und den Gängen, auf die Umwandlung des Nebengesteins in Greisen, Glimmerfels, Quarzfels, Zwittergestein, Turmalin- oder Topasfels, und sie wird unterstützt durch das Experiment. Wie wir oben gesehen haben, können manche der Mineralien, die für die Zinnsteingänge charakteristisch sind, besonders Zinnstein selbst, durch Einwirkung von Wasserdampf auf die Dämpfe der Metallchloride oder -fluoride nachgebildet werden, und es wäre die Entstehungsweise des Zinnsteins etwa der des vulkanischen Eisenglanzes an die Seite zu stellen. Bei der Zersetzung der Metallfluoride durch Wasserdampf entsteht Flußsäure, die nun energisch die Mineralien des umgebenden Gesteins angreift, wodurch neue flüchtige und nicht flüchtige Fluorverbindungen wie Siliciumfluorid, Fluorcalcium, Fluoraluminium und andere entstehen müssen, die aufeinander, auf die Mineralien des Nebengesteins und auf die in den aufsteigenden Wasserdämpfen sonst noch enthaltenen Verbindungen einwirken, unter denen wir namentlich Borverbindungen wie Fluorbor und Borsäure mit Sicherheit anzunehmen haben; die Reaktionsprodukte sind die oben genannten Mineralien, deren Entstehung im einzelnen weiter nicht zu verfolgen ist. . . . Ein direkter Beweis dafür, daß im Granitmagma flüchtige Fluor- und Chlorverbingungen vorhanden gewesen sind, liegt in der Tatsache, daß manche Granite (z. B. von Zinnwald-Altenberg in Sachsen) fluor-, chlor- und zinnhaltige Mineralien (Topas, Glimmer, Zinnstein) als ursprüngliche Bestandteile enthalten. . . . Umwandlung und Imprägnation ist erst nach der Festwerdung des Granits erfolgt, aber noch zu einer Zeit,

[1]) Chemische Mineralogie, Leipzig 1896, S. 293 ff.

als die tieferen Teile der Granitmasse noch heiß waren und Gase emanierten. Diese drangen auf Spalten in den bereits verfestigten Granit und sein Nebengestein ein und zersetzten sie unter Bildung von neuen Mineralien wie etwa die Fumarolen der Jetztzeit das angrenzende vulkanische Gestein."

Weiterhin werden von Brauns zu den pneumatolytischen Bildungen auch diejenigen des Kryoliths gerechnet, ebenso die in gewissen Mineralgängen der Alpen auftretenden Mineralien: Quarz, Rutil, Anatas, Brookit, Eisenglanz, Apatit, Flußspat, Adular, Periklin, Turmalin und Axinit.

I. H. L. Vogt äußert sich in seinen „Beiträgen zur genetischen Klassifikation der durch magmatische Differentiationsprozesse und der durch Pneumatolyse entstandenen Erzvorkommen" (Z. f. pr. Geol. 1895, Dez., S. 472 ff.) folgendermaßen: „Das Bor der Eruptivmagmata gehört ebenfalls mit zu den durch verschiedene chemische Prozesse leicht auflöslichen Bestandteilen. Als Beweis hierfür wird wohl der Hinweis auf die toscanischen Suffioni (borsäurehaltige Wasserdämpfe in der Nähe von Trachyten) genügen. Die Granite enthalten durchgängig einen nicht ganz unwesentlichen Gehalt an Borsäure, wodurch sich der Reichtum an Turmalin und Axinit auf Zinnsteingängen erklärt. Andererseits zeichnen sich die Gabbros und folglich auch die Apatitgänge im großen Ganzen durch Armut an Bor-Verbindungen aus. Unter welcher Form — als BFl_3, BCl_3 oder B_2O_3, H_3BO_3 in salzsaurer Lösung — das Bor in die magmatischen „aciden Extrakte" hineingehen wird, mag bis auf weiteres dahingestellt bleiben. Über die Art und Weise des Sichansammelns dieser Extraktionsprodukte zu gesammelten Massen mögen wir uns bisher keine klare Vorstellung machen. Vielleicht haben sich die Silikatmagmate und die sauren Extraktionsgemische zu einander verhalten etwa wie Wasser und Öl."

Der Axinit von Thum.

Da im folgenden in erster Linie die Axinitvorkommen von Thum im Sächsischen Erzgebirge behandelt werden sollen, mag hier daran erinnert sein, daß der Axinit nach diesem Ort die erstmalige Benennung erhalten hat, die in ihm eine gesonderte Mineralspezies anerkannte, nämlich: Thumer Stein. Darüber lesen wir bei Hoffmann in seinem „Versuch einer Oryktographie von Chursachsen[1])" wie folgt: „Diese Benennung

[1]) Bergmännisches Journal 1788, I, 54.

(Thumer Steine) stammt vom Inspektor Werner, weil er zu Thum vorkommt und an diesem Orte früher als im Dauphiné entdeckt worden ist.“ Diese Begründung für die Namengebung richtet sich gegen die in der Krystallographie von Romé de l'Isle enthaltene Angabe, nach der die Dauphiné der erste Fundort dieses hier als „schorl transparent lenticulaire terminé par six plans rhombes ou rhomboïdaux“ bezeichneten Minerals ist, von dem der Verfasser die erste Kenntnis durch einen vom 16. September 1781 datierten Brief des Herrn Schreiber (Direkteur des Mines de Monsieur à Allemont) erhielt. Hoffmann polemisiert im folgenden gegen die Benennung Schörl: „womit jetzt von einer gewissen Klasse von Mineralogen gewöhnlich alle Steinarten, die einen gewissen Grad von Härte, Durchsichtigkeit und eine glänzende und gestreifte Oberfläche haben, und von denen sie nicht gleich wissen, was sie daraus machen sollen, belegt zu werden pflegen.“ Einen Beweis für seine Behauptung betreffs der erstmaligen Entdeckung bei Thum bringt Hoffmann nicht bei, und jedenfalls ist der Dauphiné zum mindesten insofern die Priorität zuzuerkennen, als von diesem Vorkommen die erste nähere Beschreibung des Axinits herrührt. Weiter heißt es dann in dem genannten Aufsatze im alten Bergmännischen Journal, daß der Thumer Stein nur an wenigen Orten außerhalb Sachsens vorkommt und auch hier nur an einer Stelle, nämlich auf der Grube Niklas zu Thum.

Seitdem nun hat sich die Zahl der Axinitfundorte sehr erheblich vermehrt, und der Lokalname hat der von Haüy vorgeschlagenen (1799), international gewordenen Benennung längst Platz gemacht. Auch zu Thum selbst ist das Vorkommen des Axinits nicht mehr auf die alte aufgelassene Blei- und Silberzeche St. Niklas-Morgengang beschränkt, die in älteren Zeiten das Material in die Sammlungen lieferte. Wenn es in dem Handbuch der Mineralogie von Hintze (II, 1897, S. 497) heißt, daß der Axinit zu Thum mit Erzen zusammen vorkommt, und Frenzels Mineralogisches Lexikon für das Königreich Sachsen den Axinit als ein Mineral der Granat-, Kies- und Blendelager bezeichnet, das sich in Gesellschaft von Quarz, Arsenkies, Magnetkies und Zinkblende zu Thum findet, so wird der Eindruck erweckt, als ob er ausschließlich an diese Erzlagerstätten gebunden wäre, eine Einschränkung, die den Tatsachen nicht mehr entspricht. Es sind nämlich zwei weitere Fundorte, einer in nächster Nachbarschaft von Thum, ein anderer in der Stadt selbst zu nennen, die den Axinit ganz unabhängig von Erzlagerstätten zeigen.

Ersterer, schon bekannt durch die Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Sektion Geyer-Ehrenfriedersdorf[1]), ist ein Steinbruch in chloritischem Hornblendeschiefer, der durch keinerlei Erzkonzentration ausgezeichnet ist. Gelegen ist dieser Steinbruch etwa 1 km in südsüdwestlicher Richtung von der Stadt nach den Greifensteinen zu und wird auf Straßenschotter abgebaut.

Der andere Fundort ist vor etwa $1^1/_2$ Jahren durch den Bau der Hofmannschen Fabrik bei Anlage der Fundamente und Keller in ca. 3—5 m unter Tage aufgeschlossen worden. Auch hier ist keine Erzlagerstätte getroffen worden, wenngleich das Gestein, vorwiegend hornblende- und chloritführend, vielleicht mit dem Muttergestein der Erze vom St. Niklas-Morgengange in unterirdischer Verbindung steht. Auf das Nähere wird weiter unten eingegangen werden. Leider ist nach Fertigstellung der Gebäude dieses axinitführende Gestein nicht mehr anstehend zu beobachten, allein das wissenschaftliche Interesse der Besitzer der Fabrik hat immerhin die schönsten Stufen des Vorkommens gerettet, und an dem zu Tage geförderten Material, das teilweise noch heute vor dem Bauplatze liegt, läßt sich ein Einblick in die ursprünglichen Verhältnisse gewinnen.

Was die morphologischen und physikalischen Eigenschaften, als Krystallform, Farbe usw., des Axinits von Thum anlangt, so haben die neueren Fundorte bisher nichts von dem früher Bekannten Abweichendes ergeben. Einigermaßen gut ausgebildete Krystalle finden sich äußerst selten. Meist ist das Mineral in der Weise gewachsen, daß die sich der Axinitbildung bietenden Hohlräume, Spalten und Spältchen im Muttergestein so vollständig und einheitlich von eben diesem Thumer Stein in Anspruch genommen wurden, daß keiner der sich bildenden Krystalle zur Entfaltung seiner spezifischen Wachstumsformen gelangte. Daraus ergaben sich die derben Partien und Aggregate von sich drängenden und einander im Wachstum hemmenden unfertigen Individuen, welche für das Thumer Vorkommen charakteristisch sind. Nester, Schmitzen, kurze, die Schieferung flach durchschneidende Trümer des meist zimmetbraunen, bald mehr ins Rötliche, bald mehr ins Violette oder unscheinbar Grauliche bis Farblose hinüberspielenden Minerals sind seine verbreitetste Erscheinungsform. In dem erwähnten Steinbruche ist eine Zeitlang ein mehrere Zentimeter mächtiges Trum, wie ein breites

[1]) F. Schalch: Erl. z. geol. Sp.-K., 2. Aufl., Leipzig 1900.

Band über einen frischen Schieferanbruch laufend, aufgeschlossen gewesen. Im Alluvium zwischen diesem Ort und der Stadt hat man nach der zitierten Sektionserläuterung einen Block grobspältigen derben Axinits von 3 Zentner Gewicht gefunden, und bei dem Bau der Hofmannschen Fabrik sind mehrere plumplinsenförmige bis zweifaustgroße Stücke dieses Axinitaggregates zutage gefördert worden. Daneben kommt das Mineral in kleinen, nur zum Teil erfüllten Drusen vor. Dann beobachtet man häufig eine ältere Generation von mehr kompaktem Axinit als Wandauskleidung, auf der eine jüngere mehr lockere sitzt, deren freie Endigungen in den Hohlraum hineinragen. Aber auch in diesem letzteren Falle gehören wohlausgebildete Krystalle zur größten Seltenheit. Hier scheint der Krystallisationsprozeß gleichfalls fast nirgends ungestört verlaufen zu sein. Immerhin läßt sich mit aller Sicherheit feststellen, daß der Axinit von Thum die Tendenz hat, Krystalle vom Typus derjenigen von Bourg d'Oisans im Dauphiné zu bilden, d. h. also jene Krystalltracht anzunehmen, der das Mineral seinen Namen verdankt.

Nach der von Schrauf gewählten Aufstellung, der wir uns im folgenden anschließen, walten die Flächen r $(1\bar{1}1)$, c (P) (001) und u (111) vor, zu denen dann am häufigsten l (112), s (101), x (201) und M (110) hinzutreten. vom Rath beschreibt (Pogg. Ann. 1866, 128, 46) bis zollgroße Krystalle des Axinits von Thum, auf grünem Schiefer aufgewachsen, tafelig nach r (111) mit den hinzutretenden Flächen s (101), u (111), x (201), a (100), c (001), M (110), l (112), m $(1\bar{1}0)$, o $(\bar{3}11)$. In der Mineraliensammlung der Königlichen Bergakademie zu Freiberg i. S. zeigen etliche Stufen schön geformte, wenn auch kleine Krystalle. Sie stammen von dem St. Niklas-Morgengange (Blei- und Silberzeche), sind teils mit kobalthaltigem Arsenkies und schwarzer Zinkblende, teils mit Magnetkies und teils mit Zinkblende und Arsenkies vergesellschaftet. Sie sitzen als jüngere Generation den Erzen auf. Hier walten tafelige Formen nach (001) mit $(1\bar{1}1)$, (111), (112), (110), (101), (201) vor oder solche, wo (001) und (111) annähernd gleichwertig ausgebildet sind mit hinzutretendem $(1\bar{1}1)$. Von dem letzteren Typus fanden sich auch recht schön ausgebildete Kryställchen von etwa 2 mm Höhe in dem Gestein der Hofmannschen Fabrik, nur daß hier durch Vorwalten von (001) über (111) und $(1\bar{1}1)$ wieder der scharf beilförmige Habitus zum Ausdruck gelangt. Die Neigung zur tafelförmigen Ausbildung läßt sich an allen Thumer Vorkommen, auch an den Axinit-Aggregaten beobachten. Hoffmann beschrieb den Thumer Stein

von der ursprünglich bekannten Fundstätte in seinem oben zitierten Aufsatz folgendermaßen: „Er kommt hier zuweilen mit etwas graulichweißem Kalkspat gemengt vor; auch findet man derben Schwefel- und Arsenikkies und sehr selten angeflogenen und eingesprengten gediegenen Wismut dabei. Er kommt hier teils von grünlich- und perlgrauer, teils von nelkenbrauner Farbe vor, welche letztere sich zuweilen dem Violblauen, zuweilen aber auch dem Schwarzen nähert. Man findet ihn hier größtenteils derb, sehr selten auf die in dem ersten Stücke beschriebene Art krystallisiert. (Dort ist eine Beschreibung des Axinits von Bourg d'Oisans gegeben, S. 54.) Der perlgraue kommt auch zuweilen kleinzellig vor, da dann die Zellen wieder mit einer dunkel nelkenbraunen Abänderung ausgefüllt sind. Die äußere Oberfläche der schalig abgesonderten Stücke ist gemeiniglich stark glänzend. Der Bruch ist kleinmuschelig, das sich sehr dem unebenen nähert. Der derbe findet sich hier nie anders als von schalig abgesonderten Stücken, die aber in ihrer Dicke sehr verschieden sind und zuweilen so dünn werden, daß man es für blättrigen Bruch halten könnte. Er ist durchscheinend, zuweilen aber auch nur stark an den Kanten durchscheinend, die einzelnen schaligen abgesonderten Stücke sind halbdurchsichtig."

Unterschiede der Krystalltracht je nach der wechselnden Farbe zu konstatieren, wie das z. B. Lacroix in seiner Minéralogie de la France (Paris 1893) für den Axinit der Pyrenäen gelungen ist, war wegen des erwähnten Mangels an schönen Krystallen überhaupt nicht möglich.

Da nun die zu beobachtenden Eigenschaften des Axinits auf allen drei Fundorten bei Thum dieselben zu sein scheinen, so sind sie im vorstehenden hier gemeinsam besprochen worden.

Das Muttergestein des Axinits.

Was das Muttergestein des Axinits anlangt, so handelt es sich um Vertreter der im Erzgebirge so vielfach vorkommenden Amphibolgesteine, die, meist in Linsenform, dem Gneise und den krystallinen Schiefern konkordant eingelagert sind. Nach Struktur und Mineralgehalt sind viele Varietäten unterschieden worden. Gemeinsam ist ihnen allen die Art der Lagerung, der Charakter metamorpher Gesteine und die teils beherrschende, teils sehr wesentliche Beteiligung von Hornblende. Ohne einer eventuellen Spezial-Untersuchung in gene-

tischer Hinsicht vorgreifen zu wollen, wird an dieser Stelle ausgesprochen werden dürfen, daß nach dem Mineralgehalt und dem geologischen Verbande allen als Amphibolite, Hornblendeschiefer, chloritische Hornblendeschiefer, Hornblende-Augit-Schiefer aufgeführten Gesteinen ein gemeinsames ursprüngliches Ausgangsmaterial zugrunde gelegen haben könnte, das durch gebirgsbildende Prozesse verändert wurde. Ein Vergleich mit ähnlichen außererzgebirgischen Gesteinen, für die der Nachweis ihrer Herkunft einwandfrei erbracht worden ist, zeigt vielfach eine Analogie in petrographischer Hinsicht namentlich mit den im Gebirgsdruck aus Diabasen hervorgegangenen Amphibolschiefern. Einen solchen Nachweis für die hier in Frage kommenden Hornblendegesteine zu führen, dürfte insofern schwierig sein, als bei der gemachten Annahme hier die Metamorphose eine so hochgradige gewesen ist, daß keine Spur mehr von der ursprünglichen Struktur und fast nirgends Reste der primären Konstituenten aufzufinden sind. Einen kleinen Anhaltspunkt bietet vielleicht die grobkörnige Varietät der Augit-Hornblendeschiefer von Sektion Schneeberg. Hier wurde nach den Erläuterungen in den bis 1 mm großen Hornblende-Individuen die für den Uralit charakteristische faserige Struktur festgestellt, und es gelang sogar, in einem Präparat noch Reste von hellbräunlichem Augit innerhalb der Hornblende nachzuweisen. Auch wurde deutlich polysynthetisch verzwillingter Plagioklas, sonst kaum zu finden, in diesem Gestein konstatiert.

Nach dem Gesagten wird man zwar einstweilen ein abschließendes Urteil über die Genesis der Hornblendegesteine unseres Gebiets nicht fällen, doch wird man ihren Zusammenhang mit den Diabasen vorläufig als den wahrscheinlichsten hinstellen können, da Anhaltspunkte für die Annahme eines anderen Primärgesteins nicht vorhanden sind[1]).

Ist nun das Muttergestein des Axinits in und bei Thum an allen 3 genannten Fundorten unter diesem gemeinsamen Gesichtspunkt zu betrachten, so ergeben sich doch nicht unwesentliche petrographische Unterschiede, wie aus der folgenden Einzeldarstellung hervorgehen wird.

Wenden wir uns zunächst zu den chloritischen Hornblendeschiefern, zu denen das axinitführende Gestein des Steinbruches im Süd-Süd-Westen der Stadt gehört, so besagt

---

[1]) Ein Teil dieser Gesteine weist Gemengteile auf, deren Gegenwart nach aller Analogie auf pneumatolytische Wirkungen zurück zuführen ist.

darüber die Erläuterung zur geologischen Spezialkarte für die Sektion Geyer-Ehrenfriedersdorf (Schalch, 2. Aufl. 1900, 16): „Bald waltet der Chlorit vor, und die Textur des Gesteins gleicht dann derjenigen des hellen Glimmerschiefers. Bei reichlicherem Gehalt an Hornblende wird das Gefüge mehr gerad- und ebenschiefrig. Das gegenseitige Verhältnis beider wechselt beständig und meist sehr rasch. Die außerdem meist auch makroskopisch noch deutlich erkennbaren übrigen Gemengteile sind: Quarz, Plagioklas, Kalkspat und Muscovit. Mikroskopisch läßt sich noch Epidot nachweisen. Wie die mineralische Zusammensetzung, so wechselt auch die Größe des Korns sehr rasch. Doch kommen nicht selten mitten in feinkörnigen Varietäten einzelne Zwischenlagen von grobkörniger oder wenigstens mittelkörniger Struktur vor, welche deutlich wahrnehmbar aus langnadelförmiger Hornblende, reichlichem Orthoklas, Plagioklas, Chlorit, etwas Quarz, sowie akzessorischem Schwefelkies und Magneteisen zusammengesetzt sind. Der Magnetit bildet gut ausgebildete oktaedrische Kryställchen, welche namentlich in den feldspatreichen grobkörnigen Varietäten auf der Oberfläche angewitterter Stücke sehr deutlich sich bemerkbar machen. Die Hornblendeschiefer lassen sich meist in ebenen, großen und verhältnismäßig dünnen Platten von großer Widerstandsfähigkeit brechen. Die besten Aufschlüsse findet man am östlichen Fuße des Schafberges, hinter den Häusern nordwestlich der Herolder Kirche . . .“ Weiter unten heißt es dann: „Die Hornblendeschiefer am Nordabhange des Greifensteins bilden ein schmales, isoliert über die Oberfläche sich erhebendes Felsriff. Das Gestein ist feinkörnig, stimmt aber sonst im allgemeinen mit demjenigen von Herold überein.“ Zum Schlusse wird auch das Axinitvorkommen in einigen wenigen Zeilen erwähnt. Speziell über diesen axinitführenden Hornblendeschiefer könnte ergänzend noch hinzugefügt werden: Die Größe des Korns ist auch hier nicht überall die gleiche. Während die bei weitem vorwiegende Varietät fast dicht erscheint, bilden an anderen Stellen die Feldspate etwa hirsegroße Körner, so daß das Gestein deutlich punktiert aussieht. Außer den obengenannten Mineralien ist jetzt (der Steinbruchbetrieb bringt ja natürlich fortgesetzt neue Aufschlüsse hervor) auch noch das Vorhandensein eines diopsidähnlichen Pyroxens zu konstatieren, welcher mit dem innerhalb der Uralite erwähnten nichts zu tun hat. Im Handstück graulichlauchgrün, erscheint er u. d. M. farblos, immer lang-säulenförmig gewachsen und meist in Fächerform aggregiert. Die maximale Auslöschungs-

schiefe auf dem Klinopinakoid beträgt 40—41° im stumpfen Winkel β, ist also etwas größer als die für den Diopsid charakteristische. Der Epidot (nebst Zoisit) ist nächst Hornblende, Chlorit und Feldspat der am meisten vertretene Gemengteil. Er sitzt in Aggregaten von kleinen Körnchen oder vereinzelt allenthalben zwischen den Strähnen der feinfilzigen grünen Hornblende resp. den Chloritpartien oder auch im Feldspat und reichert sich lokal bis zur Alleinherrschaft an. Namentlich findet er sich so die Axinittrümer einfassend. Gemeinsam mit diesem oder allein ist er auch das häufigste Drusenmineral. Eine Abhängigkeit der Axinitbildung von dem Vorhandensein des Epidots ist aber nicht anzunehmen. Bezüglich der Sukzession läßt sich konstatieren, daß die Entstehung des Epidots derjenigen des Axinits vorausgegangen ist. Denn nicht nur findet man automorphe Epidotkrystalle in Axinit eingeschlossen, sondern es wird auch der Raum zwischen divergierenden Epidotkrystallen oft durch Zwickel von Axinit ausgefüllt. Axinit ohne Begleitung von Epidot kommt vor, ist aber selten. In diesem letzteren Falle wird das Axinittrum beiderseits von einer quarzreichen Lage unmittelbar begleitet. Außer Epidot und gelegentlich etwas Calcit (als Zwischenklemmungsmaterial) findet sich in der Vergesellschaftung mit Axinit keine Spur irgend eines anderen Minerals. Es fehlt auch jeder Anhaltspunkt für die Annahme einer Präexistenz von Mineralien, die etwa der Axinitisierung zum Opfer gefallen sein könnten. Pseudomorphosen wurden nirgends beobachtet. Als wahrscheinlich ist wohl anzunehmen, daß eine sekundäre Bildung von Epidot (aus Feldspat und Hornblende) auf Spalten und Hohlräumen noch im Gange war, als die Tätigkeit der borsäureführenden Fumarolen einsetzte und eine weitere Krystallisation von Epidot verhinderte. Der prozentarische Gehalt des Epidots an SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 (bzw. FeO) und CaO entspricht ja ziemlich genau demjenigen des Axinitmoleküls an denselben Stoffen. Zur Erklärung der fast konstanten Vergesellschaftung dieser beiden Silikate wird darauf hingewiesen werden können, daß der Epidot sich überhaupt gern dort ansiedelt, wo das Gesteinsgefüge ein mehr gelockertes ist, und daß die borsäurehaltigen Dämpfe ihren Weg gleichfalls nach diesen Orten, als Stellen geringsten Widerstandes, nahmen.

Als Drusenmineral ist noch Prehnit zu erwähnen, der in farblosen radialstrahlig gebauten Kugeln vorkommt. Akzessorisch findet sich ferner Pyrit in den Schiefer eingesprengt. Auffallend ist das scheinbare Fehlen von Rutil im Gegensatz zu

seiner sonst fast allgemeinen Verbreitung in den Amphibolgesteinen dieser und der benachbarten Sektionen.

Der Feldspat tritt in rundlichen, wasserklaren Körnern von sehr verschiedener Größe auf und zeigt nirgends eine Begrenzung durch Krystallflächen, vielmehr sind gebuchtete und ausgezackte Ränder die Regel. Polysynthetische Zwillingsbildung wird fast nirgends beobachtet, während einfache Zwillinge nicht selten sind. Eine Prüfung nach der Beckeschen mikrochemischen Methode ergab, daß die Feldspate fast durchgängig einer Art angehören müssen, da sie sich nach Behandlung mit Flußsäure durch Methylviolett gleich intensiv färben. Nach aller Analogie handelt es sich im vorliegenden Falle um Albit, sekundär entstanden aus einem Kalknatronfeldspat, dessen Anorthitmolekül einer weiteren Umwandlung in Zoisit resp. Epidot und Quarz unterworfen wurde. Darauf deuten sowohl die durchgängige Vergesellschaftung dieser Mineralien als auch die gelegentlichen, als Umwandlungsprodukte anzuerkennenden Einschlüsse von Gliedern der Zoisit-Epidot-Gruppe in den Feldspaten. Als weitere Einschlüsse im Feldspat sind Hornblendenädelchen zu nennen.

Stellenweise kommt mit dem Axinit zusammen ein trüber, stark zersetzter Feldspat vor, der, makroskopisch betrachtet, von gelbbraunen Partien durchsetzt ist. Der Feldspat füllt Zwischenräume und dreieckige Zwickel zwischen Axinitkrystallen aus, die ihrerseits vielfach von Epidotkörnchen erfüllt sind. Außer dem Feldspat ist ein Chlorit, gleichfalls jünger als der Axinit, reichlich vorhanden. Er bildet radiärstrahlige Rosetten, die unter gekreuzten Nicols das Interferenzkreuz der Aggregatpolarisation zeigen. Solche Rosetten sitzen allenthalben in den Feldspatpartien. Daneben kommen auch geradlinig begrenzte Formen, aber ohne irgendwie charakteristische Endigungen, auch verbogene, zusammengestauchte, wurstähnliche Gebilde vor. Pleochroismus sehr deutlich: gelbgrün parallel der Spaltbarkeit, blaßgrün bis farblos senkrecht zu dieser Richtung. Die Polarisationsfarben sind zum Teil durch die Eigenfarbe modifiziert, im ganzen herrscht aber ein schönes Lavendelblau vor. Die mehr braungelbe Färbung mancher Partien im Handstück ist wohl auf Eisenderivate zurückzuführen. Der Axinit behauptet diesem sowohl wie dem Feldspat gegenüber die eigenen Krystallgrenzen.

Das Gestein der Hofmannschen Fabrik. Die wesentlichen Gemengteile werden von Chlorit und gemeiner grüner Hornblende gebildet nebst lokal sich anreicherndem Feldspat, einem malakolithartigen Pyroxen und Quarz. Auf den

Mineralbestand soll weiter unten näher eingegangen werden. Auf dem Wechsel in der Zusammensetzung der Hauptkonstituenten beruht die auffällige Bänderung des Gesteins. Hellgrünliche bis weiße und dunkler grüne Lagen von verschiedener Mächtigkeit, sehr häufig nur zentimeterbreit und weit darunter, setzen es im wesentlichen zusammen. Daneben kommen auch größere ungebänderte Partien von dunkelgrünlicher Färbung vor, frischer und dem normalen chloritischen Hornblendeschiefer der Sektion ähnlich. Wo die Bänderung herrscht, da gelangt das Bild der Stauchungen und Biegungen, denen diese Einlagerung im Glimmerschiefer bzw. Phyllit bei der Gebirgsbildung unterworfen wurde, besonders deutlich zur Geltung. An manchen zutage geförderten Blöcken gewinnt man den Eindruck, als ob die Einlagerung mit dem Nebengestein geradezu verknetet worden wäre. Eines greift ins andere hinein, so daß die Grenzen zwischen beiden mit bloßem Auge nicht bestimmbar sind, um so weniger, als die ineinandergequetschten Lagen bis zur Dünne von wenigen Millimetern herabsinken. Zahlreiche Spalten und Hohlräume sind von Mineral-Neubildungen ausgefüllt worden: Außer Quarz sind Epidot, Axinit und Kalkspat die häufigsten.

Das Korn ist fein und im allgemeinen in den hellen Lagen etwas gröber als in den dunkeln Partien.

Das Gestein ist stellenweise hochgradig mürbe oder sogar in rascher Zersetzung begriffen.

Die Mineralzusammensetzung wechselt oft auf kurze Entfernung. Vorherrschend sind Chlorid und gemeine grüne Hornblende, deren Strähne zu feinfilzigen Aggregaten verwoben mit ihrer Längsrichtung parallel zur Schieferung verlaufen und vielfach in ein schmutzig graugrünes oder bräunliches Zersetzungsprodukt umgewandelt sind. Die an Feldspat und Quarz armen Lagen werden neben Chlorit und Hornblende lokal von Aggregaten eines diopsidähnlichen Pyroxens beherrscht, der u. d. M. farblos bis mehr oder minder hell lauchgrün erscheint und genau demjenigen aus dem oben beschriebenen chloritischen Hornblendeschiefer entspricht. Derartige Pyroxene nehmen in den Amphibolgesteinen dieser und der Nachbarsektionen häufig Anteil an der Zusammensetzung. Feldspat gehört gleichfalls zu den wesentlichen und lokal vorherrschenden Gemengteilen. Seine Anreicherung äußert sich in den hellen Lagen des Gesteins. Nirgends zeigen sich automorphe Individuen, vielmehr sind es ebensolche wasserhelle Körner, wie sie in dem vorher besprochenen Gestein vorkommen. Auch hier fehlt die polysynthetische Zwillingsbildung, auch hier sind es teils ein-

fache Zwillinge, teils Einzelindividuen. Einschlüsse im Feldspat bestehen aus Apatitsäulchen, Titanit in spitz rhombenförmigen Durchschnitten, Epidot- resp. Zoisitkryställchen und -körnchen, Zirkon und dem oben genannten Pyroxen. Wo Individuen dieses letzteren mit Feldspat zusammenkommen, ist dieser gegen jenen xenomorph. Krystallographische Umgrenzungen von Feldspat sind nur gegen Chlorit stellenweise zu beobachten. Quarz ist nur lokal angereichert und bedingt mit (wenn auch meist gegen den Feldspat stark zurücktretend) das hellere Aussehen gewisser Lagen. Er zeigt die bekannten Aggregate von unregelmäßigen kleinen zackig ineinandergreifenden Körnchen. Epidot nimmt hier an der Zusammensetzung des Gesteins selbst keinen hervorragenden Anteil, hat sich vielmehr in diesem Vorkommnis meist in den zahlreichen Drusen angesammelt, wo er neben Axinit und oft mit diesem zusammen das bemerkenswerteste Mineral ist. Neben dem Epidot kommt mikroskopisch auch reichlich Zoisit als akzessorischer Bestandteil des Schiefers vor, und die Glieder dieser Mineralgruppe sind ebenso entstanden zu denken, wie oben ausgeführt. Von weiteren Akzessorien sind zu nennen: Kalkspat, Titanit, Titaneisen, Apatit, Rutil, Zirkon (zuweilen mit dunklen Höfen im Chlorit sitzend), Muscovitschüppchen, Turmalin. Dieser zeigt nach der c-Achse gestreckte Säulchen und Körner und ist in manchen Präparaten ziemlich reichlich vertreten.

Da, wie gesagt, die Zusammensetzung des ganzen Gesteins eine sehr wechselnde ist, mußte darauf verzichtet werden, die Akzessorien nach ihrer Häufigkeit aneinanderzureihen.

Wie schon eingangs erwähnt, hat sich in Drusen, Klüften und Spalten der Axinit angesiedelt. Wo er von Quarz begleitet oder umgeben wird, ist er automorph gegen diesen ausgebildet, also älter. Das mikroskopische Präparat einer solchen Stelle zeigt Axinit und Quarz, beide mit Einschlüssen von Epidotkrystallen, unregelmäßig in verschiedener Richtung eingewachsen. Außerdem umschließt der Quarz feinste Nädelchen von Strahlstein. Solche Strahlsteinnädelchen, mitunter mit hübsch entwickelten Endflächen, blaßgrünlich und farblos, kommen auch selbständig als feinster wolliger Filz, kleine Hohlräume ausfüllend, vor. Dieser ganze Filz ist dann durch Mn O rotbraun gefärbt und erst durch Behandlung mit H Cl kommt die Eigenfarbe zur Geltung. Auf Klinopinakoidschnitten wurde die maximale Auslöschungsschiefe zu 15° im spitzen Winkel β bestimmt.

Epidot ist überhaupt steter Begleiter des Axinits und immer das ältere Mineral in der Krystallisationsfolge. Die im

Schliffe blaßgelblichen, in der Richtung der Orthodiagonale verlängerten sechsseitigen Säulchen des Epidots ragen in die Hohlräume der Drusen hinein oder erfüllen mehr oder weniger vollständig, allein oder mit Axinit zusammen, die zahlreichen Fugen und Spalten im Gestein. Der Axinit übernimmt die Rolle des zuletzt ausfüllenden Materials. Dabei bleibt der Epidot immer frisch und intakt, seine Flächen setzen scharf und geradlinig gegen den Axinit ab. Von anderen Silikaten trifft man keine Spur in dieser Gemeinschaft. Hin und wieder füllt Kalkspat die Zwischenräume aus, xenomorph gegen beide Silikate. Ebenso, nur noch seltener, findet sich Quarz.

Das älteste Vorkommen des Thumer Axinits steht mit diesem letzteren wahrscheinlich in engstem Zusammenhang. Nicht volle 200 m von der Hofmannschen Fabrik in westnordwestlicher Richtung stand dort, wo jetzt der Friedhof liegt, die alte Blei- und Silberzeche, St. Niklas-Morgengang genannt, die mit den Erzen zusammen den erstmalig beschriebenen Axinit zutage gefördert hat. Heute ist das Axinitvorkommen nicht mehr zugänglich, daher möge hier die Beschreibung Platz finden, wie sie sich in den Akten der Kgl. Bergakademie zu Freiberg i. S. findet. (Acta Freiberg 1803. Das Berggebäude, Blei- und Silberzechen-Stolln zu Thum betreffend.) Dort heißt es S. 137 im Betriebsplan für 1855. „Benennung der Lagerstätten, auf welche die Grube zu bauen hofft und deren Beschaffenheit bezüglich der Erzführung: Der eine Gang hat eine durchschnittliche Mächtigkeit von 0,26 Lachter, ein mittleres Streichen in SW und ein durchschnittliches Fallen von 75—80° in NW, führt hauptsächlich Gneus, Quarz, Feld- und Kalkspath, auch Axinit mit Kupferkies, Schwefelkies und Zinkblende mit silberhaltigem Bleiglanz. Der zweite Gang dagegen hat eine mittlere Streichrichtung in SO, ein ziemlich saigeres Fallen in SW und führt bei einer Mächtigkeit von 0,5—0,6 Lr. Kupfer- und Arsenkies, hauptsächlich aber reine krystallinische Zinkblende.“ Weiter heißt es S. 145: „Der Morgengang 6—10 Zoll mächtig besteht aus Gneus, Grünstein, Axinit, Kupferkies, Arsenikkies, Zinkblende.“ S. 152 folgt eine Anzeige des Berggeschworenen Thiele an das Kgl. Bergamt in Marienberg vom Mai 1857. Danach beträgt die Länge des Stollens vom Mundloch am Jahnsbach bis an den Ort St. Niklas-Morgengang in nördlicher und nordwestlicher Richtung 260 Lr., die Größe des Grubenfeldes 5000 □ Lr. „Hauptsächlich ist es ein Lager und der St. Niklas Morgengang, welche bei dieser Grube bekannt geworden sind. Sie setzen beide im Gneus auf, der St. Niklas Morgengang streicht hora 5, fällt 60—65° in NW

und ist für sich allein ganz unbedeutend, indem er von dem südwestlichen Stollnorte nur 1—2 Zoll mächtig ist und aus Letten, Gneus und Quarz besteht. Wichtiger ist das Lager in ca. 264 Lr. westlicher Entfernung vom Stollnmundloch. Streichen und Fallen sind noch nicht genau ermittelt, doch scheint das Streichen sich zwischen hora 2—3 zu halten und sein Fallen 30—50° gegen W gerichtet zu sein. Soweit bekannt, ist es ca. 1 Lachter mächtig und führt Gneus, Grünstein, Quarz, Kalkspath, Axinit, Arsenik- und etwas Kupferkies sowie braune Blende. Die Teufe des St. Niklas-Ganges ist 12 Lr., das Lager ist ungefähr in 8 Lr. Teufe unter Tage getroffen worden und in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts auf Arsenikkies abgebaut worden.“ Schließlich berichtet (S. 160) derselbe Thiele im Juli 1857: „Vom Ansetzungspunkt des St. Niklas Morgenganges ist bei 3,5 Lr. südwestlicher Verlängerung ein hora 2—3 streichendes 30—35° gegen NW fallendes Lager angefahren worden, welches sich mit dem genannten Morgengange 11 Lr. nach SW schleppte und dann ins Liegende des Morgenganges absetzte. Auf dem Schleppkreuz ist dasselbe bis 1 Lr. mächtig und besteht aus Glimmerschiefer, Grünstein, Quarz, Kalkspath, Axinit, Arsenik- und etwas Kupferkies sowie aus brauner Zinkblende. Nach Mitternacht ist dieses Lager in der jetzigen Betriebsperiode 10 Lr. aufgeschlossen, vor Ort aber zuletzt sehr arm angetroffen worden, sodaß man sich veranlaßt gesehen, dasselbe einzustellen. Das Lager streicht hora 5,4, fällt 64° in NW, besteht aus aufgelöstem Glimmerschiefer, Grünstein, Axinit und Spuren von brauner Zinkblende und ist c. 40—50 Zoll mächtig. Um das Lager, nachdem es sich von dem St. Niklas Morgengange in dessen Liegendes hineingezogen hatte, wieder auszurichten, hat man vom St. Niklas Tagesschacht 6 Lr. gegen SW einen Querschlag in der Richtung SO hora 11 angesetzt und damit auch bei 2,7 Lr. Erlängerung dasselbe angefahren. Es streicht hora 5,4, fällt 35° in NW und ist 8—12 Zoll, aus Glimmerschiefer, Letten, Quarz und Axinit bestehend, mächtig.“

Soweit der Bericht. Genauere Angaben über die Art des Axinitvorkommens durfte man in den Bergmännischen Akten nicht erwarten. Dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Kaufmann Friedrich zu Thum verdankt Verfasser eine Stufe dieses alten Vorkommens, welche die Vergesellschaftung der Erze mit dem Axinit zeigt und sich mit den entsprechenden Stufen in der Freiberger und Leipziger Sammlung deckt. Es ist ein derbes Gemenge von vorwiegend Arsenkies mit dunkler Blende und etwas Pyrit. Von den Erzen heben sich hier und

dá Partien des graulichvioletten Axinits als Zwischenklemmungsmasse deutlich ab.

Im Dünnschliffe erweist es sich, daß die Erze älter sind als der Axinit, während sie selbst gleichzeitig entstanden sein müssen, da sie sich gegenseitig bei Erhaltung ihrer Krystallformen abwechselnd umschließen. Es handelt sich wohl überhaupt um die Art des Vorkommens, die Breithaupt (Paragenesis der Mineralien 1849, S. 157) die „Pyritische Blei- und Zinkformation“ nennt. Er charakterisiert sie als aus Bleiglanz, schwarzer Zinkblende, Arsenkies, Eisenkies, Schwefelkies, Magnetkies und Kupferkies neben Quarz bestehend. Dabei liegen oft die Mineralien dieser Formation in derben Massen durcheinander, und eine bestimmte Sukzession läßt sich nicht beobachten; doch lassen sich zuweilen in den vorkommenden Gangdrusen im allgemeinen Bleiglanz und Zinkblende als die älteren, die Kiese als die jüngeren Glieder erkennen. In den vorliegenden Präparaten ist der Axinit mit Arsenkies und Zinkblende in der Weise vergesellschaftet, daß das Silikat die Zwischenräume zwischen den Erzen ausfüllt, die mit scharfen intakten Ecken und Flächen dagegen absetzen. Die Zinkblende wird an ihren Rändern stellenweise braun durchscheinend. Der Axinit ist zuweilen durchspickt mit unregelmäßig verteilten kleinen Epidotkörnchen. Hier und da werden vom Erze freigelassene kleine Zwischenräume von einem braun-grünlichen Zersetzungsprodukt ausgefüllt. Sonst kommen weiter keine Mineralien in dieser Kombination mit Erzen vor.

Die Bildung des Axinits auf dieser Erzlagerstätte kann auf zweierlei Art zustande gekommen gedacht werden. Entweder war die Erzmasse anfänglich von einem locker-porösen Gefüge, und in die Interstitien ist durch pneumatolytische Wirkung Axinit zum Absatz gelangt, oder es sind durch diese Tätigkeit nichtmetallische Substanzen, welche Zwischenräume zwischen den Erzpartikeln eingenommen hatten, unter Zufuhr von Solutionen aus dem Nebengestein in Axinit übergeführt worden.

Aus der Intaktheit der Erzindividuen läßt sich der Schluß ziehen, daß die Temperaturen bei den sich abspielenden chemischen Prozessen nicht so hoch gewesen sein können, daß ein Anschmelzen von Arsenkies oder Zinkblende stattgefunden hätte. Eine genaue Berechnung der Maximaltemperatur läßt sich natürlich trotzdem nicht anstellen, weil nicht der Schmelzpunkt dieser Erze bei normalem Atmosphärendruck einer solchen zugrunde gelegt werden könnte, und der wirkliche Betrag des Druckes sich der Beurteilung entzieht.

Über die geologischen Bedingungen der Axinitbildung überhaupt und speziell derjenigen im Erzgebirge.

Betrachtet man die beiliegende Kartenskizze und erwägt zugleich, daß die auf diesem kleinen Ausschnitt des Erzgebirges eingetragenen Axinitvorkommen die einzigen sind, die dieses Gebirge überhaupt aufzuweisen hat, so wird man unwillkürlich vor die Frage nach der eventuellen Ursache dieser Erscheinung gestellt. Um ein Verständnis für die betreffenden Verhältnisse zu gewinnen, wird es nötig sein, einige Betrachtungen geologischer Natur über die Axinitbildung im allgemeinen anzustellen.

Da wird zunächst konstatiert werden können, daß überall, wo Axinit in granitreichen Gebirgen vorkommt, die Fundstätten dieses Minerals in ähnlicher Weise wie im Erzgebirge auf nur wenige Orte konzentriert sind, so in den Alpen, in den Pyrenäen, auf der cornischen Halbinsel usw.

Zugleich läßt sich eine gewisse Gesetzmäßigkeit in den räumlichen Beziehungen dieser Fundstätten zu den Granitmassiven nicht übersehen. Sie sind nämlich entweder an der Peripherie der Granitkörper in deren Kontakt mit kalkreichem Nebengestein (bzw. mehr oder weniger darüber hinaus s. u.) gelegen, oder sie sind quasi als Vorposten bzw. Nachzügler in der Hauptrichtung eines durch die Denudation bloßgelegten Zuges von Graniten zu suchen, wobei die Entfernung von dem nächstgelegenen zutage gehenden Tiefengestein zuweilen eine recht beträchtliche sein kann.

Wo granitisches Magma bei der Entstehung eines Gebirges in die sich bildenden Faltenräume eindrang, da mußte sich naturgemäß bei fortschreitender Denudation die Längsrichtung des Gebirges auch in einer mehr oder minder geraden Reihe (oder mehreren derselben) von allmählich bloßgelegten Granitpartien ausdrücken. Solche Reihen sehen wir in den Alpen, den Pyrenäen, der cornischen Halbinsel, den deutschen Mittelgebirgen usw. aufgeschlossen.

Nun ist der Axinit in weitaus den meisten Fällen zweifellos als Produkt der pneumatolytischen Wirkung granitischen Magmas erkannt worden. Immerhin aber gibt es, wie gesagt, unten näher erörterte Axinitvorkommen, die so weit von zutage gehenden Graniten entfernt sind, daß man sie unmöglich auf diese als ihre Urheber beziehen kann. Wenn nun aber solche Fundorte fast ausnahmslos in der Richtung eines Zuges von Graniten in dessen Verlängerung liegen, und die Gebirgsbildung das Vorhandensein noch nicht denudierter Granite zum mindestens wahrscheinlich macht, so dürfte wohl

die Auffassung, daß in solchem Fall der Axinit seine Entstehung einem nicht gar zu weit von der Oberfläche anstehenden Granit verdankt, eher zulässig sein, als die künstliche Konstruktion einer Ausnahme, derzufolge entweder auch andere benachbarte Eruptivgesteine unter Umständen Borsäuredämpfe zu exhalieren befähigt erschienen, oder gar hier der Axinit überhaupt nicht pneumatolytischer Natur wäre. Daß die Mineralien der pneumatolytischen Gruppe überhaupt sehr häufig viel weiter von heute an der Erdoberfläche anstehenden Eruptivgesteinen zur Ausbildung gelangt sind als die rein thermodynamischen Erscheinungen der eigentlichen Kontaktmetamorphose reichen, ist längst aufgefallen, und es ist insofern ganz natürlich, als letztere an den Körper des metamorphosierenden Gesteins, während erstere dagegen an Spalten gebunden erscheinen[1]). In diesem Zusammenhang sei auch eine erst kürzlich erschienene Abhandlung von G. Barrow und H. H. Thomas: Über Graniteinwirkungen aus der Gegend von Bodmin (Cornwall) erwähnt. (Ref. im Centralbl. f. Min. 1908, Nr. 10, S. 312.) Danach sind die Gasintrusionen später erfolgt als die thermometamorphischen Vorgänge und bringen öfters ihre größte Wirkung erst jenseits der Kontaktzone hervor.

So kann es sich nach Maßgabe des Spaltenverlaufs zutragen, daß in allernächster Nähe der Granitgrenze überhaupt gar keine pneumatolytischen Bildungen entstanden sind, sondern erst weiter draußen, und daß ihr Vorkommen von dem Granit durch eine von ihnen freie Zone getrennt ist.

Was nun im speziellen die Axinitisierung anlangt, so ist dieselbe nicht nur abhängig von der Granitnähe, sondern zugleich von der Gegenwart eines axinitisierungsfähigen, d. h. also in erster Linie kalkreichen Nebengesteins.

Es werden somit die drei Grundbedingungen gegeben sein müssen, damit es zur Bildung von Axinit kommt:

1. Entwicklung pneumatolytischer Agenzien aus einem granitischen Magma,
2. ausreichende Spaltenbildung mit geeignetem Verlauf,
3. axinitisierungsfähiges Nebengestein.

Zur Erklärung der relativ großen Seltenheit des Axinits diene noch folgende Erwägung:

---

[1]) Vgl. Zirkel (Lehrbuch d. Petrogr. VI, 2. Aufl., S. 118 ff.), Rosenbusch (Elem. d. Gesteinslehre, 2. Aufl., S. 44), auch Weinschenk (Über Mineralbestand und Struktur d. krystallinischen Schiefer. Abh. d. k. bayr. A. d. W. 1906, II. Kl., XXII, 3. Abt., S. 760 ff.), Luedecke (Die Mineralien des Harzes. Berlin 1896, S. 539).

Vergegenwärtigt man sich, daß bei einer Auffaltung oder Auftreibung von Schichten durch gebirgsbildende Prozesse Spaltenbildung und Zerklüftung nach der Scheitelregion der Antiklinalen zu am energischsten vor sich gehen wird, so sind auch die Wege gegeben, auf denen etwa unterhalb der gestörten Straten entstehende Fumarolen am ausgiebigsten an die Oberfläche gelangen werden. Wo also auf Pneumatolyse zurückzuführende Mineralneubildungen sich finden, da werden längs vertikaler Spalten aufgestiegene Dämpfe im allgemeinen eher als Ursache anzunehmen sein und außerdem eine beträchtlich intensivere Wirkung auszuüben vermögen als solche, die längs horizontaler Spalten ins Nebengestein eingedrungen wären.

Setzt nun die Denudation ein, so werden von ihr ja gerade diese Scheitelregionen und mit diesen die pneumatolytischen Mineralien am ersten und vernichtendsten ergriffen werden. Fundorte des Axinits und seiner Genossen werden also am ehesten dort vermutet werden können, wo eine verhältnismäßig dünne Lage von älteren Gesteinsschichten, die den Gasen von unten herauf den Durchtritt auf Spalten gestatteten, noch über einem Granitstock oder -massiv erhalten geblieben ist, die Gegenwart von axinitisierungsfähigem Gestein selbstredend vorausgesetzt.

Ob das auffällige Fehlen der gewöhnlichen thermo-metamorphischen Kontakterscheinungen, wie es an gewissen Regionen in nächster Nachbarschaft von Tiefengesteinen zuweilen konstatiert wurde[1]), am Ende auch auf Denudationswirkung zurückgeführt werden könnte in Verbindung mit vielleicht ungewöhnlicher lokaler Konfiguration des Tiefengesteinskörpers, soll hier nicht näher untersucht werden. Nur festgestellt soll werden, daß im Gegensatz zur Seltenheit der Axinitvorkommen die gewöhnlichen Kontakterscheinungen vom Granitkörper so allgemein beobachtet werden, daß man nicht ansteht, die unterirdische Anwesenheit eines solchen anzunehmen, auch wo er unterhalb der überlagernden Schichten nicht direkt nachgewiesen wurde, wenn diese nur in petrographischer Beschaffenheit mit den typischen kontaktmetamorphen Gesteinen übereinstimmen, und die tektonischen Verhältnisse einer solchen Annahme nicht widersprechen. Als ein typisches Beispiel hierfür seien die

[1]) Zirkel (Lehrb. d. Petrogr. I, 2. Aufl., S. 587). Als Beispiele dieser Erscheinung werden die Westseite des Granitmassivs von Huelgoat in der Bretagne und die unmittelbare Umgebung des Elsässer Belchen genannt, auch die Dictyograptusschiefer im Granitkontakt bei Gunildrud in Norwegen.

Fruchtschiefer von Ebersbach und Eichigt der Sektion Adorf in Sachsen erwähnt. Darüber wird berichtet (Erl. z. g. Sp.-Karte, R. Beck, Leipzig 1884): „Wenn diese Schiefer schon im äußeren Ansehen nicht zu unterscheiden sind von den Fleck- und Fruchtschiefern, welche den äußeren Kontakthof der die erzgebirgischen Phyllite und Tonschiefer durchsetzenden Granitstöcke bilden, so ergibt auch die mikroskopische Untersuchung ihre völlige Übereinstimmung mit diesen nachweislich kontaktmetamorphischen Gesteinsmodifikationen . . . . Nicht nur die . . . . petrographische Beschaffenheit der Fleckschiefer . . . . sondern auch die abnormen Konturen des von ihnen gebildeten Areals legen die Vermutung nahe, daß wir es hier ebenfalls mit den Produkten einer Metamorphose zu tun haben, welche ein in verhältnismäßig geringer Tiefe anstehender flachgewölbter Granitstock auf die ihn überlagernden und verbergenden Schiefer ausgeübt hat . . . . Vielleicht nicht zufällig ist die geographische Lage dieser Fleckschiefer. Verbindet man nämlich den Mittelpunkt des Kirchberger und denjenigen des Lattengrüner Granitmassivs, so schneidet die Verbindungslinie in ihrer südwestlichen Verlängerung den fraglichen Fleckschieferkomplex bei Ebersbach und Eichigt.“

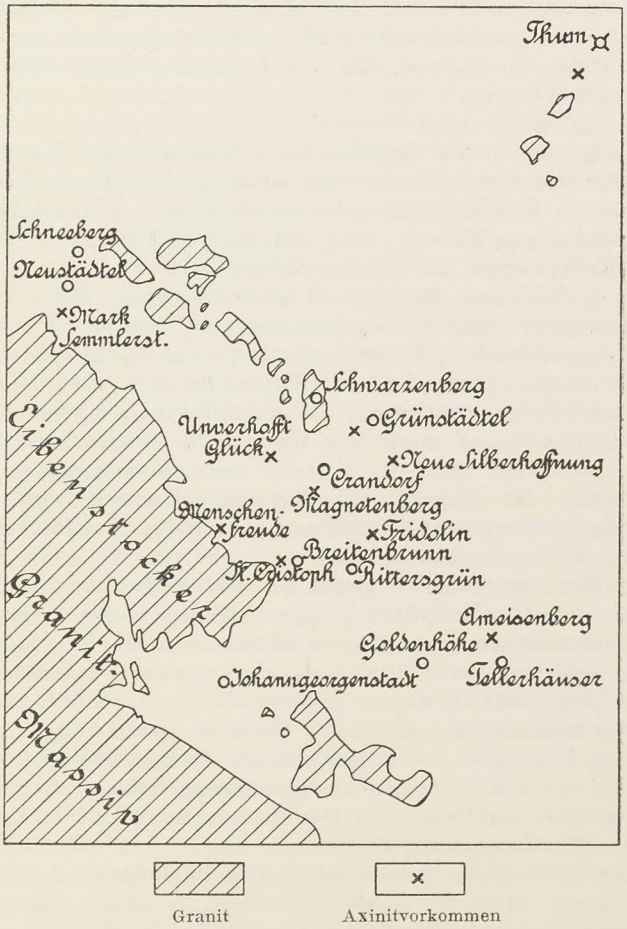
Es fragt sich nun, wieweit etwa auch dem Axinit ein ähnlicher diagnostischer Wert wie den soeben erörterten Kontakterscheinungen in denjenigen Fällen zugesprochen werden dürfte, wo die Quelle seiner Entstehung nicht zutage liegt. Eine Besprechung der uns bekannt gewordenen Axinitvorkommen dürfte vielleicht einiges für eine Beantwortung dieser Frage in positivem Sinne ergeben.

Die Axinitvorkommen im Erzgebirge.

Betrachten wir die erzgebirgischen Vorkommen von Axinit auf ihren geologischen Verband hin, so ergibt sich die Tatsache, daß dieses Mineral ganz streng an die Nachbarschaft von Granit gebunden ist. In welchem Sinne das aufzufassen ist, ergeben die weiter unten angestellten Erörterungen. Im Erzgebirge fällt diese Abhängigkeit um so mehr auf, als hier auf verhältnismäßig kleinem Raume Eruptiva verschiedensten Alters und verschiedenster Konstitution an die Oberfläche gelangt sind.

Es sei noch hervorgehoben, daß das Gebundensein von Axinit an die Nähe des Granits in dessen engstem Sinne zu nehmen ist, und die nach den neuesten Forschungen (Geol.

Übersichtskarte des Königreichs Sachsen, bearbeitet von Hermann Credner, Leipzig 1908 — sowie C. Gäbert, die Gneise des Erzgebirges und ihre Kontaktwirkungen, Z. d. D. geol. Ges. 1907, Heft 3) als granitische Eruptivgesteine auf-



Übersichtskarte der erzgebirgischen Axinitvorkommen.

zufassenden Gneise dieses Mineral in ihrem Kontaktgebiet nicht aufzuweisen haben, obgleich in ihrer Umgebung kalkreiche Einlagerungen wie Amphibolite und Kalksteine nicht fehlen, die gegebenenfalls die zur Axinitbildung notwendige

Unterlage geboten hätten. Von borsäurehaltigen Mineralien in den Gneisen und ihren Kontakthöfen ist nur Turmalin bekannt.

Faßt man nun nach dieser Einschränkung die erzgebirgischen Granite näher ins Auge, so ergibt sich, wie gesagt, weiterhin, daß durchaus nicht sämtliche eine Veranlassung zur Axinitbildung in benachbartem Gestein gegeben haben. Vielmehr ist es eine topographisch leicht zu präzisierende Zone innerhalb der Schieferformationen, die von benachbarten Graniten axinitisiert worden ist.

Es ist

1. das Gebiet zwischen der Nordostflanke des Eibenstocker Granitmassives und den kleinen dieser Flanke parallellaufenden Granitentblößungen der Sektionen Schneeberg und Schwarzenberg-Aue mit einer südöstlichen Fortsetzung bis zu den Tellerhäusern anf Sektion Wiesenthal;

2. die durch die kleinen in der Richtung Geyer—Thum aufsetzenden Granitstöcke gekennzeichnete Gegend. Die beiden der Längserstreckung dieser Zonen entsprechenden Linien erweisen sich als mit jenen beiden Hauptrichtungen (SW—NO und SO—NW) übereinstimmend, die in der Tektonik des sächsischen Erzgebirges in so markanter Weise zum Ausdruck kommen.

Die Frage nach der Ursache einer so sinnfälligen Konzentration der erzgebirgischen Axinitvorkommen wird unter den im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Gesichtspunkten gelöst werden können.

Wenn ursprünglich gewiß an vielen Stellen des Erzgebirges die drei Hauptbedingungen gegeben waren, bei deren Zusammenwirken unser Mineral allein zur Ausbildung gelangen kann, und in dieser Beziehung die nunmehr axinitführende Zone prinzipiell nichts vor anderen ehedem gleichfalls für ausgiebige Axinitbildung geeigneten Gebieten voraus hatte, so liegt unseres Erachtens das unterscheidende Moment lediglich darin, daß hier ein der Axinitisierung anheimgefallenes Gebiet erhalten blieb, während der Denudationsprozeß die übrigen etwaigen Vorkommen dieser Art mit zerstört hat. Es liegt eben in der Natur dieses pneumatolytischen Produkts, daß die allergünstigsten Orte für seine Entstehung zugleich die allerungünstigsten für seine Erhaltung sind.

Zur Charakteristik des in Frage kommenden Gebiets mit einstweiligem Ausschluß der Thumer Vorkommen (s. u.) in geologischer Hinsicht diene folgendes: Ein Schiefermantel, bestehend aus glimmerigen Phylliten, Albitphyllit und Muscovitschiefer mit zahlreichen Einlagerungen von Amphibolgesteinen in verschiedenen Varietäten, krystallinischen Kalksteinen und

Quarziten, legt sich einerseits dem Eibenstocker Granitmassiv, andererseits den ihm parallel laufenden Granitinseln an. Die normalen Kontakthöfe dieser letzteren gehen schon an der Oberfläche ineinander über und stehen mit demjenigen des Eibenstocker Massivs vielfach in unterirdischer Verbindung. Aus diesem Umstande und aus dem allenthalben festgestellten flachen Einfallen des Granits unter die Schieferstraten, sowohl von dem großen Massiv nach den kleinern hin als auch umgekehrt, könnte man schon auf einen direkten Zusammenhang all dieser Schiefergesteine unter Tage schließen, wozu noch als ein sehr wesentliches Moment die petrographische große Ähnlichkeit derselben kommt. Außerdem aber ist auch die Anwesenheit von Granit in relativ großer Nähe der Oberfläche unter der Schieferhülle durch den Bergbaubetrieb an vielen Stellen direkt nachgewiesen worden. Auch auf die Einschlüsse von Granit in den Phonolithen und Basalten von Sektion Wiesenthal sei hier vorgreifenderweise hingewiesen. Daß die horizontale Ausdehnung der Kontakthöfe mit dem Einfallswinkel, den der Granitkörper mit den ihn begrenzenden Schiefern bildet, in direktem Verhältnis steht, konnte für das ganze Eibenstocker Massiv mit aller wünschenswerten Sicherheit nachgewiesen werden.

Nun haben wir es also in der axinitführenden Zone mit einem Gebiet zu tun, das, aus Schichten von relativ sehr geringer Mächtigkeit bestehend, auf eine sonst im Erzgebirge nicht beobachtete sehr große Erstreckung hin von Granit direkt unterteuft wird. Es liegen demnach die Verhältnisse hier noch so, wie wir sie uns vor der Bloßlegung der Tiefengesteine als weitverbreitet gewesen denken müssen. Die Gelegenheit, hier und dort in den kalkreichen Einlagerungen Mineralneubildungen zu schaffen, war also den aus granitischem Magma stammenden Fumarolen geboten, und zwar auf dem bevorzugten Wege vermittelst mehr oder weniger steiler Spalten.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß es in der Tat des Zusammenwirkens außergewöhnlich günstiger Umstände zu bedürfen scheint, damit Axinit entstehe; denn im Verhältnis zu der großen Zahl axinitisierungsfähiger Gesteine in unserm Rayon sind die Axinitvorkommen immerhin sehr spärlich zu nennen. Hierbei muß auch noch im Auge behalten werden, daß hier eine Gegend intensiven Bergbaues vorliegt, dessen Anfänge weit zurückreichen, und daß der Axinit ein Mineral ist, welches der Aufmerksamkeit nicht so leicht entgeht.

Daß die Verteilung der Fundstätten in keiner Weise mit ihrer Entfernung von den oberirdischen Granitgrenzen in Zu-

sammenhang gebracht werden kann, lehrt ein Blick auf die Kartenskizze.

Weniger günstig für den Nachweis des Zusammenhanges von Ursache und Wirkung liegen die entsprechenden Verhältnisse um Thum. Es möge als ein Beispiel von Axinitvorkommen, bei welchem der örtliche geologische Befund zunächst keinen direkten Aufschluß über die Quelle der pneumatolytischen Agenzien gewährt, hier seinen Platz finden.

Die Vorkommen mit der Bezeichnung: Hofmannsche Fabrik und St. Niklas-Morgengang sind am weitesten von der oberflächlichen Grenze des Greifensteingranits, gegen 3 km in nordöstlicher Richtung, gelegen und reichen über den eigentlichen Kontakthof um ca. 2 km hinaus. Unterirdisch anstehender Granit ist auch durch den ehemaligen Bergwerksbetrieb nicht nachgewiesen worden. Daß die vier Granitinseln der Sektion Geyer-Ehrenfriedersdorf untereinander in unterirdischem Zusammenhange stehen, ist als feststehend anzunehmen, mithin ein flaches Einfallen des Greifensteingranits in südwestlicher Richtung. Nach Nordosten aber, also nach Thum hin, fehlen die Aufschlüsse. Granitisches Magma als Quelle der Borsäuredämpfe ist aber auch hier schon wegen der Vergesellschaftung des Axinits mit anderen vermutlich pneumatolytischen Produkten und der Nachbarschaft von Zinnerzgängen, die, in nächster Nähe der Greifensteine beginnend, in nordöstlicher Richtung bis gegen 2 km weit ausschwärmen, durchaus anzunehmen. Wie das Profil des Granitzuges in südwestlicher Richtung abwechselnd kuppelförmige Erhebungen und sanfte Senkungen zeigt, so kann es zwanglos auch nach Nordost fortgesetzt gedacht werden, und wir dürfen uns wohl eine Granitkuppel sich unter der Stadt Thum aufwölbend vorstellen.

Der axinitführende chloritische Hornblendeschiefer, etwa auf der Mitte der Verbindungslinie zwischen Greifensteingranit und Thum gelegen, zeigt auch nur die Wirkung, nicht aber die Ursache der Pneumatolyse.

Wie schon eingangs dieser Abhandlung hervorgehoben wurde, lehren uns die Axinitvorkommen von Thum bezüglich der Mineralvergesellschaftung zwei Hauptarten zu unterscheiden: solche, die mit nicht metallischen Mineralien, und solche, die mit Erzen verbunden sind.

Ein ähnlicher Gegensatz wiederholt sich unter den übrigen erzgebirgischen Axinitvorkommen und anderenorts. Wo das Mineral in reichlichem Maße von sehr verschiedenen Erzen begleitet wird, kompliziert sich die Deutung seiner Herkunft, indem der Ursprung der Erze für die genetische Auffassung

nicht unberücksichtigt bleiben darf. Hier würde man entweder anzunehmen haben, daß es zufällig ein Erzvorkommen gewesen sei, welches nachträglich auf pneumatolytischem Wege mit Axinit ausgestattet wurde, oder daß — was wohl näher liegt — auch in den Erzen selbst Produkte einer Pneumatolyse anerkannt werden müssen.

Es ließe sich sehr wohl denken, daß die in Frage kommenden Erzlagerstätten analog den von J. H. L. Vogt im Christianiagebiet an der Grenze des postsilurischen Granits beobachteten Vorkommnissen enstanden sind. Vogt führt aus, daß diese Erze (Magnetit und Eisenglanz mit untergeordneten Kupfer-, Zink- und Bleierzen) nur durch Emanation von Metalldämpfen (Fluoriden, worauf die oft sehr häufige Gegenwart von Flußspat verweist, und Chloriden), welche ursprünglich in dem Granitmagma aufgelöst waren, entstanden sein konnten; der Granit selbst enthält keine Erze (Stockh. Geol. Fören. Förk. XIII, 1891, 520, 683; Om dannelse jernmalms forekomster Kristiania 1892, 149).

Auf Sektion Schneeberg[1]) kommt der Axinit in dem ehemaligen Grubenfelde vom Eisernen Landgraf auf dem Marksemmlerstollen in einem etwa 2 m mächtigen Lager von Hornblendeschiefer vor. Das Gestein gehört zu der feinkörnig schiefrigen, häufig gebänderten feldspatarmen Varietät von Augit-Hornblendeschiefern mit gelegentlichem Skapolithgehalt. Auf Klüften und Hohlräumen bricht Granat mit Kalkspat und Epidot ein. Zur Charakteristik dieser Gesteine gehört außerdem ein in der Regel ziemlich beträchtlicher Gehalt an Erzpartikeln, so daß in einigen Fällen diese Vorkommen zu den Erzlagerstätten gezählt werden können, und zwar sind Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Arsenkies die häufigsten Erze, zu denen sich stellenweise Zinkblende, Bleiglanz und Magneteisen gesellen. Silikate und Erzpartikel scheinen gleichzeitiger Entstehung zu sein, da sie aufs innigste miteinander verwachsen sind, und erstere von letzteren zuweilen umschlossen werden.

Was die Grenzverhältnisse zwischen dem Eibenstocker Granit und dem Schiefergebiet anlangt, so sind sie vielfach unterirdisch durch Bergbaubetrieb entblößt worden, und mit Hilfe dieser Aufschlüsse wurde festgestellt, daß die Grenzfläche jenes Massives bald flacher, bald steiler in nordöstlicher Richtung, also unter die Schiefer einfällt. In bezug auf den Schlemaer Stock gilt dasselbe, so daß es in den Erläuterungen zu dieser Sektion zum Schlusse heißt: „So ruht denn also das gesamte, die Stadt

[1]) (K. Dalmer: Erl. z. g. Sp.-K. Leipzig 1883.

Schneeberg tragende Schiefergebiet auf einer die unterirdische Fortsetzung des Schlemaer Stockes bildenden Granitunterlage, deren vielfach undulierte, bald kuppenartig sich erhebende, bald muldenförmig sich einsenkende Oberfläche im allgemeinen flach nach SW einfällt. Mutmaßlich vereinigt sich der Schlemaer Granitstock in größerer Tiefe mit dem Eibenstocker Granitmassiv. Die Kontakthöfe der beiden Massive stehen unterirdisch im Zusammenhang."

Unter den Bergwerken, die das Vorhandensein von Granit unter Tage erwiesen haben, ist auch der Marksemmlerstollen genannt. Hier steht der Granit 200 m unter Tage an.

Ebenso wie das Schneeberger Axinitvorkommen sind diejenigen von Sektion Schwarzenberg zu beurteilen. Daß sie sich keineswegs nach der oberflächlichen Verbreitung der einzelnen zutage gehenden Granitmassive oder -inseln richten, ergibt die Karte.

Daß sie aber wiederum ihre Entstehung dem Vorhandensein von unterirdisch anstehendem Granit verdanken, geht aus der Untersuchung über die Architektonik des Gebietes hervor. Heißt es doch in den Erläuterungen zu dieser Sektion[1]) am Schlusse des Kapitels über die horizontale Verbreitung der Kontaktzonen und Erläuterung der Randprofile: „Alle diese Tatsachen führen zu dem Schlusse, daß die ganze zwischen den Granitinseln von Oberschlema, Auerhammer, Aue, Lauter, Schwarzenberg, Erla usw. einerseits und dem Eibenstocker Granitmassiv andererseits sich ausdehnenden Schieferpartien als dünne Decke auf der unterirdischen Fortsetzung dieser in der Tiefe miteinander kommunizierenden Granite aufruhen oder gleichsam schwimmen und jedenfalls nicht in größere Tiefe hinabreichen können, eine Annahme, die durch zahlreiche Granitentblößungen zwischen den größeren Inseln sich noch um so sicherer gestaltet."

Axinit kommt im Schwarzenberger Gebiet sowohl im Erlanfels, der der Gneisformation eingelagert erscheint, als auch auf den erzführenden Pyroxen-Strahlstein-Einlagerungen der Glimmerschieferformation vor. Über die erstere Art des Axinitvorkommens sind die Angaben unvollständig. Jedenfalls handelt es sich um die Erlanvorkommen zwischen Grünstädtel und Crandorf. Genannt wird hier als Axinitfundort das Hohe Rad südwestlich von Grünstädtel. Der Axinit tritt an diesem Ort in kleinen blättrigen Aggregaten in Quarz eingewachsen auf, auch soll er früher derb, dünnschalig und lagenweise mit asbestartigem Strahlstein vorgekommen sein.

---

[1]) F. Schalch: Erl. z. geol. Sp.-K. Leipzig 1884.

Axinit findet sich hier um Schwarzenberg:

1. am Magnetenberg bei Crandorf auf einem Erzlager. Als Begleitmineralien werden noch Kieselkupfer, Bismutin und Zinnstein aufgeführt;

2. in der Lagergruppe von Unverhofft Glück an der Achte. In der Erläuterung zur Sektionskarte wird berichtet, daß das Erzflöz in der Hauptsache aus feinkörnigem erlanartigen Salitfels besteht;

3. auf dem Lager Neue Silberhoffnung bei Groß-Pöhla. In seiner südwestlichen Fortsetzung hat die Grube Engesburg gebaut. Freiesleben führt von derselben unter anderen Mineralien neben Magnetit, Granat, Strahlstein und Epidot auch Axinit an.

Die Erzlager der Glimmerschieferformation von Johanngeorgenstadt schließen sich aufs engste denjenigen von Schwarzenberg an. Ebenso treten ähnliche Erzlager als konkordante Einlagerungen in den normalen und kontaktmetamorph umgewandelten Phylliten auf. Das hier fast allgemein verbreitete Auftreten von Turmalin, Zinnstein und Flußspat in den Erzlagern beider Formationen wird in den Erläuterungen zur Sektionskarte[1]), neben anderen Tatsachen für die Wahrscheinlichkeit einer genetischen Beziehung der Lager zur Eruption des Granits hervorgehoben, was dann wohl ebenfalls für die Lager von Schneeberg und Schwarzenberg zu gelten hätte.

Weiter wird aus dem Johanngeorgenstädter Gebiet über Gesteine berichtet, die in petrographischer Hinsicht mit den im Bereiche der Kontaktzonen vielfach verbreiteten Turmalinschiefern große Ähnlichkeit haben und mitten im Gebiete der normalen Phyllite (so bei Oberrittergrün) außer sichtlichem Kontakt mit irgendwelchen Eruptivgesteinen auftreten. Sie bestehen in ihrer typischen Ausbildung (bei Halbmeil) aus abwechselnden dünnen Lagen und Schmitzen von weißem Quarz und feinkörnig schwarzem Turmalin.

Die axinitführenden Lager sind folgende:

1. Fridolin am Sonneberg. Es wird als Strahlsteinfels bezeichnet. Als Begleitmineralien werden genannt Feldspat, Epidot, asbestartige Hornblende, Prasem, Quarz, Kalkspat und wenig eingesprengter Kupferkies.

2. Lager von St. Christoph bei Breitenbrunn. An der Zusammensetzung des eigentlichen Lagers nehmen teil: Pyroxen und Hornblende in mehreren Varietäten, Feldpat, Granat,

---

[1]) F. Schalch: Erl. z. geol. Sp.-K., 2. Aufl., Leipzig 1901.

Quarz, Prasem, Glimmer, Vesuvian, Turmalin, Epidot, Chlorit, Serpentin (Pikrolith), Flußspat, Helvin, Axinit, Zoisit, Talk, Thraulit, Rutil, Apatit, Titanit, Titaneisen, Arsenikkies, Leberkies, Speerkies, Magnetkies, Blende, Magneteisenstein, Zinnstein, Roteisenstein, Wolfram.

3. Lager von Menschenfreude am Füllbach. Dies ist ein Pyroxenfels mit Zinkblende und Magnetit. Von anderen Mineralien sollen früher noch beobachtet worden sein: Strahlstein (wenn nicht Pyroxen), Axinit, Arsenikkies, Kupferkies, Bleiglanz und Magneteisenstein.

4. Am Zigeuner.

Hier soll nach Frenzels Mineral-Lexikon (1874, S. 33) Axinit mit Epidot vorkommen, doch findet sich keine nähere Angabe darüber.

Auf Sektion Wiesenthal endlich tritt uns der Axinit scheinbar ganz ohne Zusammenhang mit dem Granit entgegen. Man hat ihn im Phyllitgneis am Ameisenberg nordwestlich von den Tellerhäusern gefunden. Nach den Erläuterungen zu dieser Sektion (A. Sauer, 1884, S. 37) sind die Phylittgneise aus Muscovit, Feldspat und Quarz gebildete Gesteine, und zwar bei vorwiegendem Glimmergehalt einem feldspatreichen Glimmerschiefer sehr ähnlich oder in den feldspatreichsten Gliedern gneisartig. Der Feldspat (ein zwischen Albit und Oligoklas stehender Plagioklas) vermag sich so anzureichern, daß geradezu Feldspatschiefer entstehen. Ein sehr konstanter, jedoch meist nur mikroskopischer Begleiter dieser Phyllitgneise ist Epidot. Ferner wurden noch Hornblendenädelchen, Granatkörnchen, Titanite und Partikel von opakem Erz von schwarzer Farbe nachgewiesen. Die Fundorte dieser Gesteine, die sich am besten für das Studium eignen, beschränken sich hauptsächlich auf den westlichen Teil des zwischen den Tellerhäusern und Zweibach hinziehenden, als Ameisenberg bezeichneten Rückens. Auch an der Nordseite des Berges sind sie durch einen großen Steinbruch aufgeschlossen.

In der hier besonders typisch entwickelten glimmerschieferähnlichen Varietät zeigen die Quarzknauer häufig Drusenräume, die mit schönen nelkenbraunen Aggregaten von glasglänzendem Axinit der Kombination (001) (111) (101) ($1\bar{1}1$) 112) ausgekleidet sind. Die Krystalle sind meist nur bis zur Hälfte frei entwickelt und zwar in Dimensionen bis zu 4 mm.

Von der größten Bedeutung für die genetische Erklärung dieses Vorkommens ist die Nachbarschaft typischer Turmalinschiefer. In den Erläuterungen heißt es: „In der Umgebung

von Goldenhöhe treten in enger Verbindung mit glimmerigen Quarz- und Feldspatphylliten typische Turmalinschiefer auf, jedoch nicht als konkordante, dem Phyllit parallel eingeschaltete kleine Einlagerungen, sondern als Produkte einer von Spalten und Klüften aus stattgehabten Metamorphose des glimmrigen Phyllites, welche mehr oder weniger tief, jedoch im allgemeinen nicht über ein Dezimeter von der Spalte aus eindringend, sich derartig vollzog, daß lediglich die eigentliche mikrokrystalline Phyllitmasse durch einen feinstrahligen Turmalinfilz ersetzt wurde, während die Quarzlagen und -knauern, ohne die geringste Wandlung und Störung erfahren zu haben, aus dem unveränderten Phyllit in den Turmalinschiefer übersetzen. Zuweilen sind die Spalten mit Quarz-Turmalingangmasse ausgefüllt, oft aber fehlt auch eine solche, und es grenzt beiderseitig direkt an die Spalte der Turmalinschiefer. In ihrer petrographischen Erscheinung und ihrem geologischen Auftreten bilden diese Turmalinschiefer das vollkommenste Analogon zu den bekannten Auersberger Turmalinschiefern von Sektion Eibenstock. Profile, wie das in den Erläuterungen zu Sektion Eibenstock S. 39 dargestellte, welches die metamorphe Entstehung des Turmalinschiefers aus Phyllit klar und deutlich erhärtet, sind auch in der Goldenhöher Gegend verbreitet, besonders bieten solche die mächtigen Phyllitfelsen westlich vom Hermannsschachte dar. Ob diese Turmalinschieferbildungen auf Sektion Wiesenthal auf Kontaktwirkungen des Granits, wie das für die analogen Vorkommnisse der Sektion Eibenstock mit großer Wahrscheinlichkeit sich ergeben hat, zurückzuführen sind, ist darum schwer zu entscheiden, weil im übrigen andere Schiefer der Granitkontaktmetamorphose, nämlich Fleck- und Andalusitschiefer sowohl im Gebiete der Turmalinschiefer als auch auf Sektion Wiesenthal überhaupt, wenigstens oberflächlich, fehlen. Andererseits ist jedoch noch daran zu erinnern, daß, wie die zahlreichen größeren und kleineren Einschlüsse von Granit in den Basalten und Phonolithen des südlichen Sektionsgebietes beweisen, Granit in größerer Tiefe in der Gegend zwischen Goldenhöhe und Wiesenthal anstehen muß, und hiernach die Möglichkeit einer Einwirkung des Granits mittels bis an die Oberfläche fortsetzender Spalten nicht völlig auszuschließen ist.“

Angesichts solcher Tatsachen erscheint die Formulierung des letztgenannten Schlußsatzes von einer wohl übergroßen Vorsicht diktiert. Nimmt man noch das Axinitvorkommen hinzu, so kann mit aller Bestimmtheit die pneumatolytische Einwirkung

eines granitischen Tiefengesteins in der Richtung von unten nach oben auf das durch Turmalinisierung und Axinitisierung betroffene Gebiet behauptet werden.

Außererzgebirgische Axinitvorkommen[1]).

Was nun die ganze Reihe der sonst noch bekannt gewordenen Axinitvorkommen anbelangt, so scheint es sich auch immer um eine Neubildung in kalkreichem Nebengestein von Granit bzw. Syenit zu handeln. Sehr häufig ist dieses Abhängigkeitsverhältnis ausdrücklich hervorgehoben, oder es läßt sich, wo keine Angaben über den geologischen Verband des axinitisierten Gesteins gemacht werden, mit Hilfe von Karten die meist mehr oder weniger unmittelbare Nähe des granitischen Tiefengesteins feststellen; oder endlich, es kommt einer Deutung in genetischer Hinsicht die den Axinit begleitende Mineralgesellschaft zu Hilfe.

Ausnahmen von dieser Regel sind nirgends in überzeugender Weise nachgewiesen worden, und in keinem Falle ist die Art der Axinitvorkommen eine solche, daß irgendeine andere Auffassung über ihre Entstehung näher läge als die auf diesen Blättern eingehend gekennzeichnete.

Eine Reihe von Beispielen aus den in dieser Beziehung beststudierten Gebieten soll das Gesagte erläutern. Das Übereinstimmende mit den im Erzgebirge hinsichtlich der Axinitvorkommen beobachteten geologischen Verhältnissen wird sich ohne besonderen Hinweis ergeben.

In seinen Studien an metamorphischen Eruptiv- und Sedimentgesteinen (Jahrb. geol. L.-A. 1883, S. 633) bespricht Lossen die Axinitvorkommen des Harzes und sagt ausdrücklich, daß sie an die Nachbarschaft des Granits gebunden seien, wobei die bei der Turmalinbildung im Hornfels und dem ihm zunächst angrenzenden Granit so wirksame Borsäure die Eruption des Granits in Thermen oder als Exhalation begleitet und auf die kalkhaltigen Silikate im Diabas eingewirkt hat.

Im folgenden weist Lossen die von J. Roth geäußerte Ansicht, Borsilikate kämen auch unabhängig von Granit vor,

---

[1]) Eine gründliche Zusammenstellung aller bis zum Jahre 1896 bekannt gewordenen Axinitvorkommen findet sich in C. Hintze: Handbuch der Mineralogie II, 1897, S. 496—509.

Dabei sind allerdings jene Gesichtspunkte, die im folgenden vorwiegend geltend gemacht worden, nicht berücksichtigt, wie überhaupt von Hintze der pneumatolytische Charakter des Minerals noch gar nicht hervorgehoben wird.

und die Borsäure hätte ihre Quelle in der Substanz des Gesteines selbst (hier also des Diabases), zurück, da der Nachweis von Bor aus einem Primärmineral des echten Diabases unbekannt sei. Selbst wenn das Vorhandensein von Borsäure im Diabas nachgewiesen wäre, so schienen doch besondere geologische Bedingungeu gegeben sein zu müssen, die sich hier an die Graniteruption knüpfen, um dieselbe für die Axinitbildung beweglich zu machen, da die Diabasvorkommen im Harz nach vielen Tausenden gezählt werden, während Axinit nur an wenigen Stellen bekannt ist: Treseburg und Heinrichsburg in der Nachbarschaft des (granitischen) Ramberges, Wormketal und Andreasberg in der Nachbarschaft des Brockengranits. Diese Umstände sprechen für lokale Thermen und Exhalationen. Zudem ist der Axinit des Harzes nicht nur aus dem Diabas bekannt, sondern auch in Gemeinschaft mit Grossulur in Kalkhornfelsen aus der Nachbarschaft von Schierke, auch auf Klüften eines Kalkhornfelses zwischen Treseburg und Friedrichsbrunn, hier jedoch ohne zutage gehenden Granit. Betrachtet man den Harz im Maßstab der Karte von Lossen, so ist die Granitnähe auch hier eine unmittelbare.

Luedecke bestätigt (Zeitschr. f. Naturw. 1889, S. 62) in einem Aufsatze über Axinit im Harze diese Abhängigkeit des Axinits von der Granitnähe und spricht sich auch in seinem Werke „Die Minerale des Harzes“ (Berlin 1896, S. 459) in diesem Sinne aus.

Die Axinitvorkommen von Frankreich sind besonders eingehend von Lacroix (Min. de la France, Paris 1893, S. 284 u. a. O.) behandelt worden, und diesem Forscher gebührt das Verdienst, durch seine Untersuchungen, namentlich in den Pyrenäen, in erster Linie das Verständnis für die Entstehungsweise des Axinits gefördert zu haben.

Deshalb seien auch diese Vorkommnisse vorangestellt und etwas eingehender besprochen. In seinem Aufsatze über den Granit der Pyrenäen und seine Kontaktphänomene (Bull. d. serv. de la carte géol. de la France, Paris 1900, S. 67, 71) berichtet Lacroix: Die Kontaktmetamorphose vom Pic d'Arbizon aus der Gegend von Baréges hat namentlich oberdevonische Kalke und Quarzite betroffen und ist unter anderem ausgezeichnet durch reichliche Bildung von Axinit und die Größe der sonstigen Kontaktmineralien. In einer äußeren Zone sind die Sedimente noch kohlehaltig, und in den Kalken, die nur wenig Quarz enthalten, treten zuerst Zoisit, dann Pyrenäit, daneben auch Prehnit auf. — Der Axinit erscheint in großen Mengen

einmal an den Rändern dieser silifizierten Massen gegen den Kalk hin und bildet außerdem wahre Gänge in ihnen, welche z. T. mit solchen von Epidot abwechseln. Solche Axinitgesteine, welche aber stets an die nächste Nähe des Granits gebunden sind, wiederholen sich vielfach, erscheinen auch als Fortsetzung von Aplitgängen im Granit und können eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen.

Derselbe Verfasser sagt über „Les roches à axinite (limurites) des contacts granitiques des Hautes Pyrénées" (compt. rend. 1898, 127, S. 673—675). Die paläozoischen Kalke des Pic d'Arbizon und Montfaucon sind durch Stöcke von Hornblendegranit auf eine Entfernung von ca. 300 m metamorphosiert. Außer den gewöhnlichen Kontaktmineralien Grossular, Idokras, Diopsid, Epidot, Zoisit und Feldspaten, welche vielfach zu Silikatbänken aggregriert sind, erscheint in unmittelbarer Nähe des Granits auch Axinit. Er liegt z. T. in den vorher genannten Silikatbänken, z. T. bildet er Nester auf der Granitgrenze, z. T. auch erfüllt er Spalten in den metamorphen Sedimenten und im Granit selbst. Seine gewöhnlichen Begleiter sind Pyroxen, Titanit, Epidot, Magnetkies, Feldspat, Kalkspat, Chlorit und innerhalb des Granits Albanit. Er ist violett, tafelig nach $(1\bar{1}1)$, seine Formen aber sind meist wenig ausgeprägt, da er nächst Kalkspat, Feldspat, Quarz und Magnetkies die jüngste Bildung ist. Die gangförmigen Massen im Granit grenzen sich nur wenig scharf von diesem ab. Ähnliche Axinit-Kontaktgesteine (Limurite) erscheinen auch am Nordrande des Massivs von Néouvielle, namentlich in einer etwa 100 m breiten Zone zwischen schwarzen Pyrenäit-Kalken und Granit. Die Bildung des Axinits an Stelle des sonst gewöhnlichen Turmalins ist wohl auf die Armut der metamorphischen Sedimente an Tonerde zurückzuführen.

Den Limurit aus der Vallée de Lesponne beschrieb F. Zirkel (N. Jahrb. f. Min. 1879, S. 379). Das Gestein wurde zuerst als Gerölle im Flußbett des Adour gefunden in der Gegend von Bagnères de Bigorre, dann in über halbkubikmetergroßen Blöcken bei der Brücke von Gerde an dem Wege ins Campaner-Tal, endlich vom Grafen de Limur anstehend oberhalb der Cabane Chiroulet am rechten Ufer des vom Col de Barran kommenden Wildwassers an dem Wege nach dem Lac bleu im Hintergrunde der Vallée de Lesponne gefunden. Über die geologischen Verhältnisse ist bekannt, daß im obersten Teile des Tales Glimmerschiefer mit Andalusit, Granat und Vesuvian, sowie turmalinführender Granit ansteht. Der Axinit bildet hier etwa 60% des Limurits, Augit und Hornblende 30

bis 35 %, Quarz und Calcit 5 bis 10 %. Ersteres Mineral bildet den eigentlichen Grundbestandteil und tritt hin und wieder in homogenen Krystallen auf. Andere Partien sind mehr oder weniger von Augit und Hornblende durchwachsen, die in dem Grade die Oberhand gewinnen können, daß ein nur aus ihnen bestehendes Gemenge vorzuliegen scheint. Quarz und Calcit treten nur sporadisch in größeren mikroskopischen Flecken auf, die so aussehen, als ob sie Löcher im Gesteinsgewebe ausfüllten, obgleich auch für sie eine primäre Entstehung wahrscheinlich ist. Außerdem treten akzessorisch noch Titanit, Eisenkies und Magneteisen hinzu.

Frossard erwähnt einen Limurit aus der Region des Lac de Peyrelade (massif du Pic du Midi) und Lacroix sagt: „Il est probable que l'axinite s'est formé là sous l'influence de la granulite."

Von weiteren Vorkommen aus den Pyrenäen sind noch zu nennen dasjenige vom Mail de Soulan und Beauregard bei Luchon im Dép. Haute Garonne und von der Vallée de Sáleix in Granittrümern des Pic de Gabanatous, Dép. Ariège, alle diese werden von Lacroix direkt als Kontaktprodukte des Granits betrachtet.

Das gleiche gilt von den Axinitvorkommen der Dauphiné. Lacroix sagt bei Beschreibung dieses Gebietes (Min. de la France 1893, S. 284), daß der Axinit sehr reichlich im Oisans zur Ausbildung gekommen ist, und zwar in einer ausgedehnten Zone von Amphiboliten und chloritischen Schiefern, auf welche der Granit seine pneumatolytische Einwirkung ausgeübt hat. Als äußerste Punkte im Norden und Westen, von denen Axinitfundorte gemeldet worden sind, bezeichnet er einerseits den Berg Chalanches bei Allemont, andrerseits die Cime du Cornillon. Die reichsten Fundorte finden sich aber in der unmittelbaren Nachbarschaft von Bourg d'Oisans.

Die in dieser Beziehung berühmtesten Orte sind von alters her La Balme d'Auris, Vernis und die an diese anschließenden Fundorte von der Combe de la Selle bei St. Christophe.

Die Begleitmineralien des Axinits in der Dauphiné sind vorzugsweise: Quarz, Calcit, Kalifeldspat, Epidot, Asbest, Prehnit.

Lacroix sagt: „Les cristaux du Dauphiné, que l'on rencontre dans les filonnets traversant les amphibolites granulitisées, sont tellement identiques comme forme et comme conditions de gisement, à ceux qui se trouvent dans les schistes et calcaires paliozoiques des Pyrénées, à proximité du granite, que j'ai cru devoir les traiter dans le même chapitre.

Dans ces deux cas l'axinite me parait devoir sa naissance à des fumerolles qui ont suivi l'intrusion des roches granitiques."

Unter ähnlichen geologischen Bedingungen sind nach Lacroix auch die Axinite von Alençon in der Normandie und von Billiers bei Morbihan in der Bretagne entstanden, sowie diejenigen von der Fontaine du Caillet am Montanvers in Savoyen.

Die Axinitvorkommen der Schweiz halten sich an die langgestreckte Granitkette, welche die Glarner und Berner Alpen verbindet und den Tälern am Oberlauf der Rhone und des Vorderrheins gegen Norden und Süden vorgelagert ist. Die bekannten Vorkommnisse unter der Fundortsbezeichnung Piz Valatscha, Medelser Tal, Garviel usw. einerseits, dasjenige vom Lötschental andererseits flankieren gleichsam die große axiale Granitentblößung im Nordosten bzw. Südwesten. Dazu gesellen sich die Axinitvorkommen vom St. Gotthard etwa auf der Mitte zwischen jenen (Kenngott, Minerale d. Schweiz, 1866, S. 117. Leonhard, Handw.-Buch d. topogr. Min. Bachmann, Mitt. naturf. Ges. Bern 1877, Abh., S. 25.) Diese räumlichen Beziehungen zum Granit sind so sinnfällige, daß sie sich gar nicht verkennen lassen.

In Tirol am Monzoni muß nach aller Analogie der Syenit für die Entstehung des Axinits, der im Verein mit Granat und Kalkspat zollmächtige Gangschnüre im Diabas bildet, verantwortlich gemacht werden (vom Rath, Pogg. Ann. 1866, 128, S. 44. Diese Zeitschr. 1875, XXVII. S. 368)

Aus England wird von allen Fundstätten des Axinits übereinstimmend sein Auftreten in von Granit beeinflußtem Nebengestein betont.

1. Bei der Botallackgrube unfern St. Just in Cornwall, die auf Kupfer und Zinnerze baut, bildet derAxinit bis zu 6 cm mächtige Schnüre in einer eingelagerten Diorit-(Diabas-?)Partie. Nach Angaben von Hartmann (Min. 1843, 2, S. 58), Collins (Min. of Cornwall 1871, S. 12) u. a. kommt er auch derb mit Turmalin und Granat vor. Als Urheber der Mineralneubildungen muß der die Küste bildende Granit angesehen werden.

2. Aus der Umgebung von Bodmin in Cornwall schildern G. Barrow und H. H. Thomas (Min. Mag. and Journal Min. Soc. London 1908, S. 113) die auf pneumatolytischem Wege gebildeten Mineralien, wobei hervorgehoben wird, daß die Pneumatolyse öfters ihre größte Wirkung jenseits der normalen Kontaktzone um den Granit

geäußert hat. Die dabei gebildeten Mineralspezies sind von der Natur der von den Gasen durchsetzten Gesteine abhängig. In dem Killas entsteht gewöhnlich Turmalin, im Kalkstein dagegen neben anderen Mineralien der Axinit.

3. Am Nordwestrande des Dartmoor forest um Tavistock in Devonshire stoßen an den Granit Tonschiefer der devonischen Formation, die vielfach Einlagerungen von Kalkstein beherbergen, wozu sich metamorphische Diabase und Schalsteine gesellen. Auf alle diese Gesteine hat der Granit seine Kontaktwirkung ausgeübt. Zu den Mineralneubildungen gehört auch der Axinit (Busz, N. Jahrb, f. Min., Beilageb. XIII, S. 90).

4. Unter den Mineralien der Mid Devon Copper Mine bei Okehampton im Kirchspiel Belstone, Devonshire, am Nordrande des Dartmoor forest nennt Solly (Min. Mag. a. Journ. of the Min. Soc. Nr. 31, 1886, 6, S. 202) auch Axinit. Das Erzlager, bestehend aus Kupferkies und Arsenkies, liegt auf der Grenze zwischen Granit und Millstone grit, und wo es am reichsten ist, da ist auch Axinit am ausgiebigsten zur Entwicklung gelangt.

Die Vorkommen in Schweden und Norwegen zeigen gleichfalls das Auftreten des Axinits auf Erzlagerstätten oder in deren nächster Nachbarschaft. Als schwedische Axinitfundorte wären zunächst die Bergwerke von Nordmarken in der Nachbarschaft von Filipstad in Wermland zu nennen. Nach Bergeat (Die Erzlagerstätten. Leipzig 1904—1906, I, S. 128 ff.) sind die Erzlagerstätten (Magneteisenerz) hier in einem „Granulit“, d. h. einem sehr feinkörnigen Gneis, der seinerseits von Granit umgeben wird, eingelagert. Die Erzkörper sind an Dolomit und Skarn (Hornblende- und Malakolithskarn) gebunden, und zwar sind sie in Linsen, Stöcken und Lagern durch den Skarn verteilt. Bergeat sagt: „Trotz der an Kontaktlagerstätten erinnernden Beziehungen zwischen Kalkstein und Kalktonerdesilikaten und trotz der teilweise großen Nähe von Graniten scheinen die Lagerstätten von Persberg und Nordmarken bei den schwedischen Geologen noch als sedimentär zu gelten. . . .“

„Es muß noch erwähnt werden, daß, wie die Karte zeigt, südlich des Grubenfeldes (von Nordmark) und unmittelbar angrenzend Granit ansteht. Sein Vorkommen ruft den Gedanken wach, daß die Nordmarker Lagerstätte eine Kontaktlagerstätte sein könnte.“

Der Axinit von den Nordmarksgruben wird schon von Hisinger-Wöhler (Min. Geogr. von Schweden 1826, S. 165 ff.) neben Braunspat, Glimmer, Chlorit, Granat, Serpentin, Berg-

kork, Epidot, Strahlstein, Grammatit, Hornblende, Apatit, Pyrosmalith und Apophyllit genannt.

Auch in den Gruben von Dannemora, Provinz Upland, wird Axinit angetroffen. Dem eben zitierten Werke von Bergeat (S. 133) entnehmen wir, daß die Schichten in diesem Gebiet einer Zone von steilstehenden, der oberen archäischen Stufe zuzurechnenden Kalksteinen und krystallinen Schiefern angehören, zu denen sich Eruptivgesteine gesellen. Die letzteren sind die porphyrartigen Hälleflinten, d. h. zweifellose Quarzporphyrdecken eruptiven Ursprungs. Mit ihnen wechseln manganhaltige Kalksteine und „gebänderte Hälleflinten". Auch in Dannemora spricht man von Skarn oder „bräcka" und versteht darunter zähe, schmutzig dunkelgrüne, fast nur aus einem Filz von Hornblendenadeln, zum Teil aus Pyroxen und mehr oder weniger Epidot bestehende dichte Gesteine mit eingesprengtem roten Granat. Dieser Skarn ist bisweilen manganhaltig und begleitet die Erze. Axinit, Knebelit, Pyrosmalith kommen als seltene Mineralien auf Klüften des Skarns vor.

Über die Erzgänge von Kongsberg in Norwegen unterrichtet uns ebenfalls Bergeat (Die Erzlagerstätten II, S. 722 ff.). Das umgebende Gelände besteht aus krystallinen Schiefern, welche von Eruptivgesteinen, insbesondere kuppenförmigen Massen von Diorit und von Gängen und Stöcken von Olivinhyperit durchbrochen werden. Nach Westen zu grenzt das Gebiet unmittelbar an eine ausgedehnte Granitpartie. Nach der Karte steht auch eine solche Partie im Osten des Grubenfeldes an.

Die Gänge haben hier zu Gangarten bei weitem vorwiegend Kalkspat, — Flußspat ist recht häufig. Unter den sonst vorkommenden Mineralien wird Axinit genannt. Hausmann (Skand. Reise 1812, II, S. 23) hat auf eine gewisse Analogie, die zwischen dem Kongsberger und Dauphinéer Gängen stattfinden dürfte, hingewiesen, und zwar auch im Hinblick auf den beiden Vorkommnissen gemeinsamen Axinit.

Von den Arendaler Erzlagerstätten wird gleichfalls Axinit angeführt (Berg- u. Hüttenmännische Ztg. 1855, 10 u. a. O.). Das Küstengebiet besteht aus krystallinen Schiefern (zur Hauptsache Gneis) mit Einlagerungen von Hornblendeschiefer und Kalkstein. Die Arendaler Erzlagerstätten (hauptsächlich Magneteisen) werden (nach Bergeat: Die Erzlagerstätten I, S. 145) samt ihrem Nebengestein durchquert von verschiedenen Gesteinsgängen, insbesondere von solchen von Pegmatit und Granit. Außerdem sind jüngere Kalkspatgänge verbreitet, auf denen folgende Mineralien nachgewiesen wurden: Apatit,

Bothryolith, Calcit, Datolith (borsäurereich), Flußspat, Heulandit, Magnetkies, Magnetit, Kupferkies, Prehnit, Pyrit, Quarz, Silber, Stilbit und Turmalin. (Der hier nicht aufgeführte Axinit ist also vermutlich lange nicht wieder aufgefunden.) „Ähnliche Mineralien kommen auch in dem Kalkspat der Lagermasse vor — und man wird nicht fehlgehen, wenn man ihre Herkunft wenigstens teilweise auf die Nachbarschaft der Pegmatite zurückführt."

Soweit bei den aus Rußland bekannt gewordenen Axinitvorkommen eingehendere Schilderungen über die betreffenden geologischen Verhältnisse vorliegen, bestätigen sie gleichfalls die Regel.

Über die Eugénie Michailowschen Gruben, in der Nähe des Dorfes Palkina gelegen, 15—20 km westlich und nordwestlich von Ekaterinburg, berichtet Karnojitzky (Verh. d. russ. kais. min. Ges. 1896, Ser. II, **34**, 1. Lief., S. 1—160). Die Lagerstätten liegen im Verbreitungsgebiete der Granite, und die gefundenen Mineralien sind: Gemeiner Granat, Hessonit, Pistazit, Puschkinit, Titanit, Axinit, Klinochlor, Mikroklin, Vesuvian, Aquamarin, Korund und einige teils seltene, teils problematisch bestimmte Arten. Fast überall beschränken sich diese Mineralien auf die Kontaktzonen der orthoklasführenden Tiefengesteine und der Amphibol-Gesteine. Selten kommen sie im Dolomit in dessen Kontakt mit Granit vor.

Am Berge Jelowaja (ebenda) tritt Axinit mit Puschkinit, Titanit, Mikroklin und Amphibol auf. Mit ersterem fast ausschließlich in lockeren Zersetzungsprodukten, die auf der Oberfläche des Fundorts lagern und die Spalten erfüllen. Petrographisch sind an diesem Berge zwei augenscheinlich im Kontakt stehende Gesteinsarten zu unterscheiden; die eine hat die Zusammensetzung des Syenits (mit viel Titanit), die andere kann als Amphibolit definiert werden.

Aus Nord-Amerika gehört hierher das Axinitvorkommen, wie es sich zu Franklin Furnace und Sterling Hill in New-Jersey findet[1]). Die hier auftretenden Manganzinkerzlagerstätten gehören einer Zone von weißem krystallinen Kalkstein an, der unmittelbar einem Gneis aufgelagert ist, welch letzterer von Intrusionen eines pegmatitischen Granits durchsetzt wird. In der Nähe dieser Intrusionen stellt sich auch u. a. Axinit ein.

Über einen Limurit aus Tasmanien berichten Twelvetrees und Pettered (Z. f. Kr., **34**, S. 214 exc.). Eine zwischen metamorphem Tonschiefer und Serpentin liegende Masse von

[1]) R. Beck: Lehre von den Erzlagerstätten, S. 118.

Limurit nordöstlich von Dundas besteht aus Axinit mit Augit und Strahlstein. Akzessorisch findet sich Turmalin, Quarz, Sphen; Datolith und Danburit sind mit dem Axinit verwachsen. Das Gestein ist nach den Autoren wahrscheinlich durch Einwirkung von Borsäuredämpfen, die einem benachbarten granitischen Magma entstammen, aus einem Pyroxenit hervorgegangen.

Im Anschluß an die bisher erwähnten Vorkommen, wo der Axinit ausschließlich an das Nebengestein von Granit gebunden ist, findet er sich an manchen Orten im Granit selbst. (Es sei hierbei auf die Analogie mit der ebenfalls als pneumatolytisches Resultat aufgefaßten Greisenbildung hingewiesen.) Als Beispiele solcher Vorkommen sollen hier genannt werden:

In Schlesien sind es

1. der Axinit in den Drusenräumen des Granits von Striegau (Websky: Min. Mitteil. 1872, S. 1),

2. der Axinit von Königshain bei Görlitz, und zwar wurde er hier im Granitschutt gefunden (Thürach: Verh. d. phys. med. Ges. Würzburg XVIII, S. 50). Später wurde der Axinit in Form kleinster Kryställchen innerhalb der auch Turmalin und Wolframit führenden Drusenräume in den dortigen pegmatitischen Ausscheidungen des Königshainer Stockgranites nachgewiesen (Hazard: Sekt. Löbau-Reichenbach 1895, S. 19).

In der Schweiz ist diese Art des Vorkommens am Berge Scopi bei Santa Maria am Lukmanier beobachtet worden. Hier erscheint der Axinit auf Klüften und Hohlräumen eines sehr zerfressenen drusigen oder auch mehr dichten Granits (Kenngott: Die Minerale der Schweiz 1866, S. 117). An dem benachbarten Piz Valatscha wurde 1882 in Begleitung von Axinit der ebenfalls borsäurereiche Danburit gefunden.

Aus Italien ist zu nennen:

1. Der Axinit in Drusenräumen des Granits von Baveno (Streng: N. Jahrb. Min. 1887, I, S. 99).

2. Das Vorkommen von der Punta dell' Agnone am Golfe von Procchio auf Elba. Hier ruht mit horizontalen Flächen Granit als Bank über Cippolin (chloritführender Marmor). Eine Granitader, nur wenige Zoll mächtig, steigt durch letzteren empor und verbindet sich mit dem überlagernden Granit. In diesem Trum wurde von Hessenberg Axinit gefunden (vom Rath: Diese Zeitschr. **32**, 1870, S. 617).

3. Der Axinit als Drusenmineral des Syenits aus der Gegend von Biella in Piemont (F. Zambonini: N. Jahrb. Min. 1906, II, S. 39).

Auch Lacroix (Min. de la France, S. 287) hat derartige Axinitbildung in den Pyrenäen beobachtet.

Über Axinit in Südamerika finden wir eine Angabe bei Domeyko (Min. Santiago de Chile 1899, II, Tomo 3, S. 232). Er sagt ganz allgemein von diesem Mineral: „. . . Se halle communmente en medio de las rocas de cristalizacion graniticas: en Chile en la Mina del Buitu (Coquimbo) . . . en el Peru (nach Raimondi-Martinet: Min. du Pérou 1878, S. 285) en las cercanias de San Pablo, Provincia de Cajamarca."

Im Gegensatz zu den angeführten Beispielen gibt es einige wenige Fundorte des Axinits, wo, wie es scheint, einstweilen gar kein Anhaltspunkt gegeben ist, das borsäurereiche Mineral in Beziehung zu einem Eruptivgestein zu bringen. Wenigstens treten solche in jenen Gebieten nirgends zutage.

Das eine Vorkommen liegt bei Poloma in Ungarn, einem ca. $^1/_2$ Stunde von Betler und $1^1/_2$ Stunde von Rosenau entfernten kleinen Dorfe. Hier kommt nach Schrauf (Sitz.-Ber. Akad. Wien 1870, **62**, S. 720) ein eisenschüssiger grauer bis braungrüner, durch Verwitterung in Tonschiefer übergehender Hornblendeschiefer vor mit wechselnden Lagen hornblendereichen grüneren und axinitreichen dunkelbraunen und solchen von sekundärem krystallisierten Kalkspat. Dieser Schiefer trägt zunächst eine zolldicke Schicht derben oder undeutlich krystallisierten Axinits, auf welchem als jüngere Generation deutliche Krystalle aufsitzen. Stellenweise sind Zersetzungsprodukte von Kupferkies, Kupferlasur und Kupfergrün auf einzelnen Axiniten oder Absonderungsflächen des Schiefers zu beobachten oder jüngerer grauweißer Kalkspat und als jüngste Generation tafelige Apatit-Krystalle. Im Schiefer fein eingesprengtes Gold. Von anderen Gangverhältnissen desselben Fundorts stammt ein Gemenge von undeutlich krystallisiertem graubraunen Axinit mit grauweißem Kalkspat, derbem weißen Quarz und grünem Hornblendeschiefer mit Krystallen schwarzgrüner Hornblende.

Das andere Vorkommnis ist im Taunus zu Hause (N. Jahrb. Min. 1859, S. 289). Im Jahre 1857 entdeckte Volger dasselbe bei Falkenstein auf dem östlich emporsteigenden Eichelberg. In stark zerklüfteten grünen Schiefern sitzt pfirsichblutroter Axinit in dichtgedrängten krystallinischen Massen zwischen Quarz, Albit und Epidot. Die Risse des Gesteins waren mit asbestartigem Material ausgefüllt, ähnlich wie beim Vorkommen von Treseburg mit Katzenaugen. Durch Lesestücke wird bewiesen, daß dieses nicht das einzige Vorkommen von Axinit im Taunus

ist, sondern daß es sich hier und da auch in den metamorphen Schiefern des mittleren Taunus findet.

Wo bisher die Axinitbildung mit einem Eruptivgestein in Verbindnng gebracht worden ist, da war es immer der Granit und nur zuweilen Syenit, auf welchen dieselbe zurückgeführt wurde.

Bei seinen Untersuchungen über die französischen Axinitvorkommnisse spricht sich Lacroix ebenfalls für deren überwiegende Mehrzahl dahin aus, daß begleitender Granit die pneumatolytische Wirkung ausgeübt habe, und diese Fundstätten sind auf den vorausgehenden Seiten an der Stelle, wohin sie gehören, erwähnt worden.

Daneben aber gelangt Lacroix zu dem Ergebnis, daß es in gewissen Fällen nicht der Granit, sondern ein basisches Eruptivgestein sei, das die Axinitbildung vermittelt habe. Diese als eine völlige Ausnahme erscheinende Angabe verdient wohl im folgenden etwas näher in Betracht gezogen zu werden

Lacroix schickt nämlich seinen Ausführungen folgende systematische Einteilung voraus: „L'axinite se rencontre dans trois sortes de gisement:

1. Dans les schistes cristallins et particulièrement leurs variétés pyroxéniques et amphiboliques, dans les roches sédimentaires anciennes, métamorphisées par le granite et la granulite, et plus rarement dans ces dernières roches. Dans la plupart des cas l'axinite est un mineral de fumerolles ayant accompagné la vénue des roches granitiques.

2. Dans les roches éruptives basiques anciennes (diabases, kersantites, gabbros) on dans les sédiments modifiés par ces roches.

3. Dans les gisements métallifères."

Diese anscheinend gerechtfertigte Koordination der drei Vorkommen dürfte wohl mit dem Prinzip einer sachgemäßen Einteilung nicht in Einklang zu bringen sein, indem 1 und 2 sich auf die Abstammung des Axinits beziehen, während Nr. 3, einen ganz anderen Gesichtspunkt einführend, die Art und Weise der Vergesellschaftung des Minerals betont.

Den eingehenden Untersuchungen über die Vorkommen erster Art stehen drei kurze Notizen gegenüber, welche die prinzipiell unterschiedene zweite Art der Axinitbildung exemplifizieren sollen.

Die erste bezieht sich auf ein Vorkommen bei Bagnères de Bigorre. Es heißt dort: „C'est sous le bénéfice d'une vérification ultérieure que je cite ici un gisement d'axinite, indiqué

par M. Frossard (B. S. M., VI., S. 87, 1883), d'après une observation de M. Vaussenat. L'axinite a été par ce dernier minéralogiste dans le val de Trébons près Bagnères de Bigorre (près du premier pont de la vallée, sur la rive droite de la rivière). Le minéral constitue des plaquettes, composées de cristaux violacé pâle, peu distincts par suite des conditions de leur formation dans une fissure aux deux parois desquelles ils étaient adhérents. D'après les indications de M. Frossard, cette axinite aurait été trouvée dans un schiste quartzeux (?) a proximité d'un piton ophitique, l'échantillon que j'ai eu entre les mains est dépourvue de gangue."

Prüfen wir, was Frossard selbst an der oben zitierten Stelle — es handelt sich um eine Liste der in der Umgebung von Bagnères de Bigorre gefundenen Hauptmineralien — sagt:

„Elles (les espèus minérales) sons presque toujours en rapport avec les épanchements de granite ou d'ophite; ceux si interrompent les sédiments siluriens, dévoniens, jurassiques et crétacés."

Da nun hier Granit jedenfalls auch seine Rolle als metamorphosierendes Gestein spielt, ist die Notiz von Lacroix wenig geeignet, auf die vielleicht etwas größere Nähe des basischen Eruptivgesteins zum Axinit ein Ausnahmegesetz zu gründen. Es sei hier an die von Lossen gemachten Beobachtungen im Harz erinnert, wo der Axinit trotz seiner Verknüpfung mit Diabas dennoch auf Granit zurückgeführt wird.

Über das Vogesenvorkommen lesen wir bei Lacroix: „M. Daubrée a signalé (C. R. XVIII, S. 870, 1844 et Bull. Soc. géol. 2, série I, S. 409, 1843—1844) dans les Vosges l'existence de l'axinite dans des conditions géologiques intéressantes. Ce savant a en effet trouvé ce minéral au Petit Donon de Rothau dans un calcaire dévonien fossilifère, modifié au contact d'une roche éruptive basique (porphyrite amphibolique ou micacée?). Ces calcaires formaient des lentilles au milieu de quartzites. Depuis lors, cette observation n'a été citée par aucun auteur . . . L'échantillon présente un gros cristal engagé dans une cavité d'une roche constituée par des aiguilles d'actinote, et par le grenat . . .; le tout est cimenté par de la calcite. Ce gisement d'axinite est fort remarquable: son mode de formation est tout a fait analoque à celui de l'axinite des Pyrénées. Mais il est intéressant de voir le même minéral se former dans les calcaires sous l'influence des roches aussi différentes que celles de ces deux gisements. Il serait à désirer que des recherches

nouvelles soient entreprises dans les Vosges pour retrouver ce minéral."

In striktem Gegensatz zu diesen Ausführungen steht, was Daubrée später über genau denselben Fundort (Geol. exper. 1879, S. 141) veröffentlicht hat.

Wir zitieren noch Zirkel (Lehrb. d. Petr., 2. Aufl., II, 1894, S. 115): „Devonische Schichten am Petit Donon bei Rothau in den Vogesen sind durch Hornblendegranit auf einige hundert Meter Erstreckung so metamorphosiert, daß sie mitunter bloß aus Augit, Epidot, Granat und etwas Bleiglanz bestehen; Hohlräume, welche durch das Verschwinden von Calamopora usw. entstanden, enthalten blätterigen Kalk, Hornblende, Quarz, grünen Granat, Axinit."

Das dritte von Lacroix herangezogene Beispiel, Axinit im Gabbro (euphotide) von Odern ohne irgendwelche nähere Beschreibung, besagt überhaupt nichts, was für die Deutung seiner Entstehung von Belang wäre.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß eine von basischen Eruptivgesteinen ausgehende Axinitbildung vorläufig als ganz unerwiesen gelten muß, und daß einstweilen alle Tatsachen dafür sprechen, daß das Auftreten des Axinits an die Mitwirkung granitischer und syenitischer Eruptionen gebunden ist.